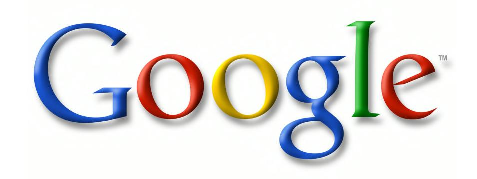
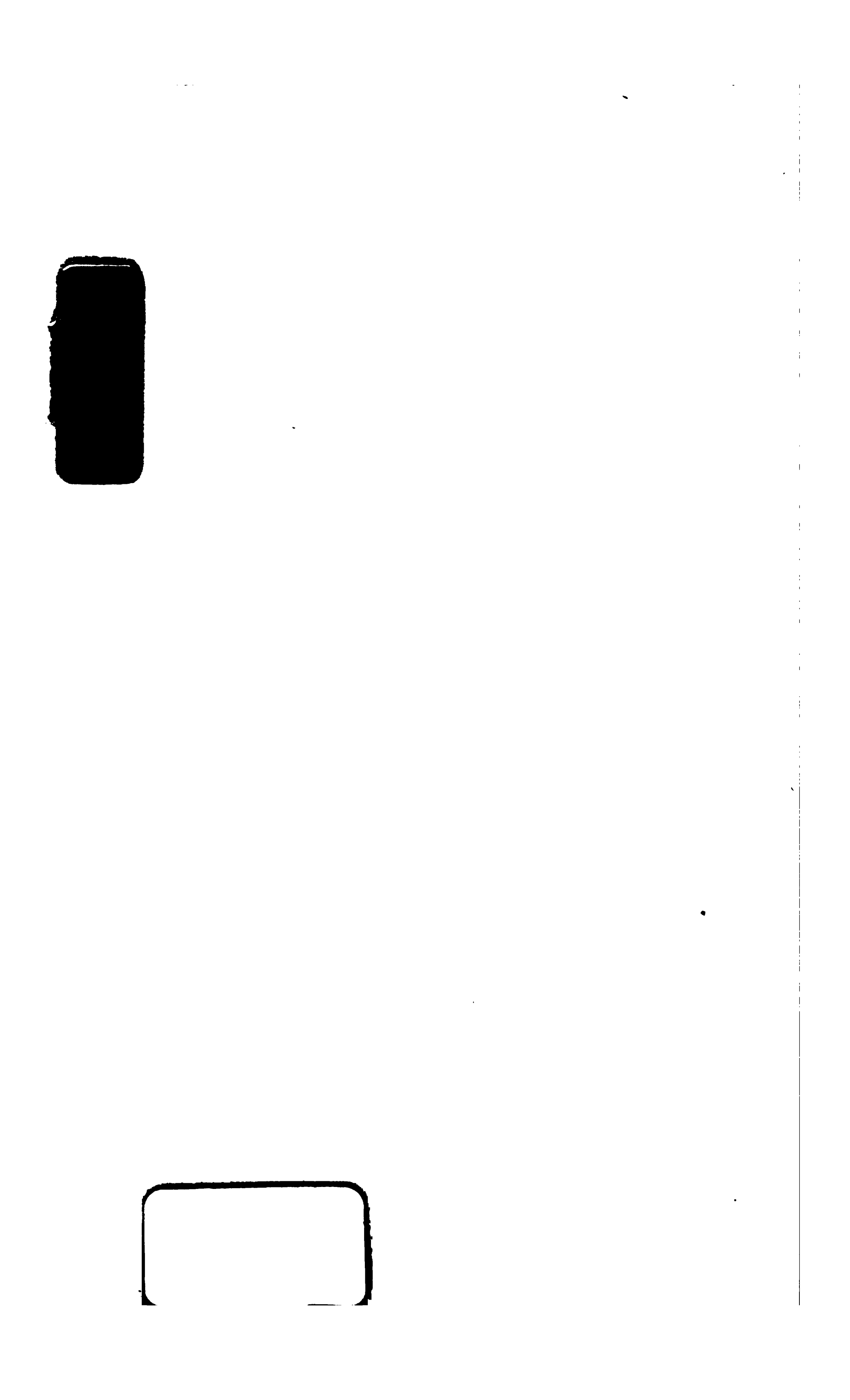






# HISTOIRE

DES PROGRÈS

# DE LA GÉOLOGIE.

Paris. — Imprimerie de L. Martinet, rue Mignon, 2.

# HISTOIRE

DES PROGRÈS

# DE LA GÉOLOGIE

DE 1834 A 1859,

PAR

A. D'ARCHIAC,
Membre de l'Institut ;

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,

SOUS LES AUSPICES

DE M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

---

TOME HUITIÈME.

Formation triasique.

---

PARIS.
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1860.

# HISTOIRE

DES

# PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE

PENDANT LES ANNÉES 1834 A 1859.

## FORMATION TRIASIQUE.

### INTRODUCTION.

Nous avons commencé plusieurs des volumes précédents en exposant, sous forme d'*Introduction*, quelques principes peu ou point développés jusqu'à présent, ni même indiqués dans les traités généraux de la science. Nous placerons encore en tête de celui-ci des considérations qui nous semblent également importantes pour la géologie pratique. Peut-être un jour réunirons-nous en un tout ces réflexions éparses ; mais, en attendant, nous croyons utile de les publier au fur et à mesure qu'elles nous sont suggérées.

Malgré les améliorations introduites depuis vingt-cinq ans dans la manière de représenter graphiquement le résultat des études faites sur le terrain, il ne semble pas qu'aucun principe général ait encore été posé à cet égard, et chaque observateur suit ses propres inspirations, sans s'astreindre à aucune méthode bien définie. Il y aurait là sans doute matière à tout un enseignement, mais nous nous bornerons à signaler aujourd'hui quelques points essentiels.

Lorsqu'un architecte ou un archéologue veut représenter un édifice, il en donne des *élévations*, des *profils* et des *plans*. Le géologue qui, lui aussi est une sorte d'antiquaire dont la mission est d'étudier et de reconstruire, en tout ou en partie, un monument dont les dimensions et l'ancienneté sont sans comparaison aucune avec celles des constructions de l'homme, le géologue, disons-nous, doit procéder comme l'architecte.

Ses *élévations* prendront le nom de *paysages* ou de vues pittoresques; ses *profils* seront des *coupes stratigraphiques;* ses *plans*, des *cartes géographiques* ou mieux *topographiques coloriées géologiquement*. Examinons ces trois modes d'indiquer les caractères du sol d'un pays et l'importance relative de chacun d'eux.

Vues ou paysages. De même qu'une *élévation* est, de toutes les manières de représenter un édifice, celle qui en donne l'idée la plus satisfaisante au premier abord, parce que la forme, les dimensions et les détails extérieurs s'y trouvent reproduits à la fois, tels que l'œil les embrasse, suivant les lois de la perspective et sans procédés conventionnels, de même aussi les dessins ou paysages, qui permettent d'apprécier d'un coup d'œil la physionomie ou les caractères physiques extérieurs d'une contrée, doivent faciliter l'intelligence de sa composition géologique.

Lorsqu'on n'a à décrire qu'un pays de plaines ou de plateaux, à couches régulières, ou bien des collines et des montagnes peu accidentées, *simples* ou *mixtes* (1), les coupes stratigraphiques peuvent y suppléer jusqu'à un certain point. C'est ainsi qu'en rayonnant à 50 ou 60 lieues autour de Paris et même davantage dans certaines directions, l'uniformité que le paysage, considéré en grand, emprunte à la simplicité des caractères stratigraphiques, ne rend pas très nécessaire sa représentation par des vues naturelles. Mais lorsqu'on pénètre dans une région de *montagnes complexes* où les roches, appartenant à une seule ou à plusieurs formations, ont été disloquées et bouleversées à diverses reprises, les coupes stratigraphiques deviennent insuffisantes. Le crayon doit s'efforcer alors de traduire ces formes et ces accidents variés, résultats compliqués des phénomènes dynamiques que les couches ont éprouvés, de leur origine ignée ou sédimentaire, de leur composition minéralogique et des altérations ou destructions auxquelles elles ont été soumises. C'est le premier aspect que la contrée offre au voyageur qu'il faut s'attacher à rendre, parce qu'il est l'expresion réelle, quoique légèrement voilée, de sa constitution géologique, et un œil exercé y pourra déchiffrer d'avance ce dont les coupes et les cartes donneront ensuite une connaissance plus complète.

Les géologues, ou mieux les lithologistes du dernier siècle,

---

(1) Voy. *Anté*, vol. VII, p. 701-702.

ont quelquefois placé des dessins dans leurs ouvrages, mais ces additions ne pouvaient être fort utiles ni porter avec elles un caractère scientifique, parceque le fait matériel ou la forme orographique ainsi représentée ne se rattachait à aucune donnée théorique ou d'ensemble, et ne pouvait, par conséquent, servir d'explication ou d'exemple à l'appui.

Les montagnes d'origine volcanique, qui, plus que les autres, ont eu de bonne heure le privilége d'attirer l'attention, ont aussi eu celui d'être fréquemment dessinées. Les volcans éteints ou brûlants, de l'ancien comme du nouveau monde, des îles comme des continents, ont trouvé de nombreux iconographes. La simplicité relative de leur forme générale en cône plus ou moins surbaissé, jointe à leur position souvent peu éloignée des côtes qui augmente ainsi leur élévation apparente, a sans doute contribué à fixer l'attention sous ce rapport autant que l'intérêt particulier qui s'attache à cet ordre de phénomènes. Mais ces montagnes, éparses sporadiquement à la surface de la terre, ou alignées suivant certaines directions, ne constituent qu'une faible partie de ses principaux reliefs, et ce sont les chaînes plus anciennes, composées de roches cristallines et sédimentaires, qui forment surtout ces derniers que nous voudrions voir représentées par de nombreux dessins. Or, jusqu'à présent, à l'exception de quelques ouvrages importants publiés en Angleterre et aux État-Unis, les géologues ont été trop réservés dans l'emploi de ce moyen de nous initier de prime abord aux sujets qu'ils décrivent.

On peut dire que les coupes stratigraphiques sont aux vues ou paysages dont nous venons de parler ce qu'est un *écorché* au corps revêtu de sa peau. Elles mettent à découvert, jusqu'à une certaine profondeur, la composition ou l'anatomie du sol, et surtout la disposition relative ou l'arrangement des roches qui le constituent. Ces représentations graphiques des détails donnés par une section verticale et projetée sur un plan sont la base essentielle et fondamentale de toute géologie descriptive. Elles peuvent à beaucoup d'égards suppléer au reste, mais rien ne peut les remplacer, et c'est de leur exactitude que dépend la bonne exécution des cartes géologiques. Coupes stratigraphiques.

La construction des coupes stratigraphiques a fait dans ces derniers temps de notables progrès, et l'on ne représenterait plus aujourd'hui la butte Montmartre ou le mont Valérien

sous la forme d'un pain de sucre. Certains travaux exécutés récemment en France et surtout ceux du *Geological survey* des îles Britanniques ont atteint un degré de précision qui ne laisse rien à désirer. Mais, lorsqu'on s'éloigne des grands centres de population et d'exploitation, dont la stratigraphie est favorisée par diverses circonstances naturelles ou artificielles, pour pénétrer dans les régions montagneuses très accidentées, moins habitées, où les difficultés se multiplient et s'accroissent avec les altitudes, nous ne trouvons plus que des croquis pris çà et là, le plus souvent sans proportions, sans règles aucunes, à de grandes distances les uns des autres et ne donnant qu'une idée très grossière et très imparfaite de la nature.

Dans les pays de plaines et de plateaux, dans les chaînes simples ou mixtes, un petit nombre de coupes tracées suivant des directions bien choisies suffit souvent pour indiquer leur composition, ainsi que la constance des relations stratigraphiques et des caractères minéralogiques sur des surfaces assez considérables. Il n'est pas même nécessaire que ces coupes soient à une grande échelle, les épaisseurs comme les altitudes étant ordinairement assez faibles. Dans les régions montagneuses très complexes, dont les reliefs plus prononcés résultent de plusieurs soulèvements, dont les roches ont été plus ou moins modifiées, il faut au contraire multiplier les coupes, afin de constater tous les dérangements que les couches ont subis, leurs altérations, les failles, les plissements, les renversements simples ou accompagnés de brisures consécutives, les dénivellations ultérieures, les rejets, etc. Il faut de plus que les coupes partielles soient à des échelles telles que les plus petits détails puissent être rendus, et qu'elles servent de base aux coupes générales dont l'échelle sera moindre. En résumé, les coupes stratigraphiques doivent être d'autant plus rapprochées et construites avec une exactitude géométrique à des échelles proportionnelles d'autant plus grandes, que la surface à décrire offre des reliefs plus considérables et plus compliqués. Or, jusqu'à présent, c'est à peu près l'inverse que l'on a fait, et le profil de Passau à Duino, qu'a donné récemment M. de Hauer, le meilleur travail de ce genre que nous connaissions, vient de tous points justifier notre assertion (1).

---

(1) Cette coupe dirigée N. S. de la vallée du Danube à l'Adriatique,

Les cartes géologiques ont suivi dans leur progrès celui des cartes topographiques et celui des coupes de terrain. Elles résultent de l'ensemble de ces dernières combinées, de manière à représenter l'étendue et la disposition de chaque roche, non plus dans la profondeur, mais à la surface du sol. Elles diffèrent donc des cartes minéralogiques anciennes qui exprimaient seulement les caractères minéralogiques de ce dernier, sans rien préjuger de la continuité et des relations souterraines des couches. Elles donnent ainsi la projection horizontale des affleurements de celles-ci, en même temps que la topographie indique leur relief; de sorte qu'une carte géologique complète est actuellement l'expression la plus parfaite des caractères physiques d'une contrée. Cartes géologiques.

On conçoit qu'ici encore l'échelle de la carte est une condition essentielle pour que cette représentation soit satisfaisante, et, comme pour les coupes et par les mêmes motifs, elle doit être d'autant plus grande que le pays est plus accidenté. Les meilleures cartes géologiques des régions d'un faible relief, exécutées depuis peu en France, en Belgique, en Angleterre, en Saxe, dans quelques autres parties de l'Allemagne et en Amérique, en donnent une idée suffisante; mais nous attendons encore des représentations semblables d'une partie quelconque des Pyrénées, des Alpes, des Apennins, des Carpathes, etc., dont on possède des cartes topographiques qui, sans être toutes excellentes, sont cependant à des échelles assez convenables pour atteindre le but que nous indiquons.

Sans doute, l'examen des montagnes complexes est infiniment plus long que celui des pays de plaines, de plateaux, ou des chaînes simples et mixtes ; il est hérissé de difficultés de toutes sortes qui laissent à chaque pas l'observateur incertain sur ses propres conclusions, le font même douter parfois des principes fondamentaux établis d'après la connaissance des

---

traverse ainsi toute la chaîne des Alpes, perpendiculairement à sa direction, sur une étendue de 2° 48'. Elle est à l'échelle de $\frac{1}{144000}$, et elle a sur le papier un développement de 2 mètres 20 centimètres. Néanmoins l'auteur a été obligé de donner, de distance en distance, des coupes partielles, à des échelles beaucoup plus grandes, pour en faire comprendre les détails (*Sitzungsb. der K. Akad. der Wissensch.*, vol. XXV, p. 253, pl. 1-4, 1857).

contrées où tout est encore à l'état normal. Mais si l'on remarque que la géologie de plusieurs de ces mêmes montagnes, quoique moins avancée que celle des plaines, a été commencée longtemps auparavant, alors qu'on s'obstinait à y chercher la théorie de phénomènes dont l'explication était ailleurs (1), on reconnaîtra qu'on n'a pas dû apporter dans leur exploration toute la méthode désirable, et que, pour avoir été trop vite ou pour avoir embrassé un champ trop vaste, on n'a pas encore obtenu le résultat désiré.

Résumé. On voit, en résumé, qu'il y a aujourd'hui une différence notable entre le degré d'avancement des études géologiques faites dans les montagnes et celles qui ont été exécutées dans les régions peu ou point accidentées, et que cette différence est toute à l'avantage de ces dernières. Aussi, pour faire disparaître ces inégalités, nous semble-t-il nécessaire :

1° Que les vues ou dessins du paysage entrent désormais comme partie essentielle dans toute description géologique d'un pays de montagnes.

2° Que les coupes stratigraphiques soient d'autant plus multipliées et rapprochées et leur échelle d'autant plus grande que le relief de ce pays est plus prononcé et plus varié (2).

3° Que les cartes soient à des échelles de $\frac{1}{40000}$ ou $\frac{1}{50000}$ et que les mailles du réseau d'observations qui a servi à les construire n'excèdent pas 1 à 2 kilomètres de côté, autant que les circonstances locales le permettent. A ces conditions seules, la connaissance des chaînes complexes deviendra comparable à celle que nous avons déjà de certaines contrées à couches horizontales, peu dérangées, ou d'un faible relief.

---

(1) Voyez à ce sujet *antè*, vol. I, *Introduction*, p. VI.

(2) M. R. Mallet (*Journ. of the geol. Soc. of Dublin*, vol. IV, p. 21, 1851) a proposé : 1° que les coupes géologiques fussent faites suivant des plans de grands cercles de la sphère, dirigés N.-S. et E.-O., ou en latitude et en longitude ; 2° que, dans un district donné, elles fussent parallèles entre elles et équidistantes ; 3° que les échelles verticale et horizontale fussent les mêmes ; 4° que les hauteurs fussent rapportées au niveau moyen de la mer. Nous pensons qu'aucun géologue-pratique n'essayera de se soumettre aux deux premières de ces propositions abstraites, basées sur des spéculations que l'observation de la nature dément à chaque pas, et dont l'application occasionnerait des erreurs fréquentes que l'auteur ne paraît pas soupçonner.

Enfin, nous pensons qu'en général, il faut attribuer une plus large part qu'on. ne le fait ordinairement aux divers modes de représentations graphiques, et s'attacher à leur donner toute l'exactitude et toute la précision que chacun d'eux comporte. Il en résultera pour le lecteur une intelligence à la fois plus prompte, plus facile et plus complète du sujet, et l'on évitera les discussions ou les méprises auxquelles donne souvent lieu l'interprétation toujours plus ou moins élastique des phrases du texte. N'oublions pas que la géologie positive est avant tout la représentation de la nature et que la description la plus exacte et la plus minutieuse d'un tableau ne peut jamais suppléer à la vue du tableau lui-même.

FORMATION TRIASIQUE.

L'année même où commence la période historique de la science dont nous devons exposer les progrès, parut un ouvrage intitulé : *Essai sur une monographie du grès bigarré, du muschelkalk et du keuper, et sur leur réunion en une seule formation*, par M. Fred. d'Alberti (1). Ce travail, résultat d'études faites particulièrement sur la rive droite du Rhin, dans le grand-duché de Bade et dans les parties adjacentes du Wurtemberg, avait pour but d'appliquer aux dépôts compris entre la base du lias et l'ensemble des couches désignées depuis longtemps, sous le nom de *Zechstein*, de *schistes cuivreux*, et de *rothe todte Liegende*, la méthode d'observation si heureusement employée dès le commencement du siècle, par W. Smith, pour les dépôts crétacés et jurassiques de l'Angleterre, par Alex. Brongniart et par Brocchi, pour les dépôts tertiaires de la France et de l'Italie.

L'auteur décrivit, avec la plus scrupuleuse exactitude, les caractères minéralogiques, stratigraphiques et paléontologiques des trois termes de cette nouvelle série méthodique à laquelle il assigna le nom collectif de *trias*, nom qui a été adopté depuis, et qui exprime, en effet, une unité géologique ternaire parfaitement définie et limitée à son sommet comme à sa base.

---

(1) *Beitrag zu einer Monographie des Bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers, und die Verbindung dieser Gebilde zu einer Formation*, in-8° avec 2 planches, Stuttgart und Tübingen, 1834.

Après cet examen détaillé d'une petite région de l'Allemagne occidentale, examen auquel on peut regretter qu'une représentation graphique, plus complète, des faits particuliers n'ait pas été ajoutée, M. d'Alberti a poursuivi, dans les autres régions de l'Allemagne, la comparaison des relations et des divers caractères de ces trois termes, en commençant par la description du grès rouge (*rothe todte Liegende*) (1) et du *Zechtsein*, qui n'en font point partie. Il a étendu ensuite ses vues de parallélisme au reste de l'Europe, et aux autres continents, de manière à offrir l'ensemble des recherches faites jusqu'alors sur ce sujet. Enfin il a complété son travail par la liste bibliographique de la plupart des publications antérieures qui s'y rattachent (2). Pour les travaux antérieurs à 1834, nous ren-

---

(1) Cette expression des mineurs, qui signifie le *mur* ou la couche rouge morte, ou la roche rouge stérile, est écrite très différemment par les auteurs. Ainsi Werner écrivait *Rothes todtes Liegende;* M. d'Alberti, *Rothliegende;* M. Quenstedt, *Todtliegendes*, de Humboldt, *Rothe todte Liegende*, *Rothes todtes Liegendes*, *Todte Liegende*, d'autres *Rothes Todtliegende*, etc.

(2) Outre les généralités et la bibliographie données par M. d'Alberti, on peut encore consulter utilement aujourd'hui les travaux de Lehman, de Freisleben, un article de M. Weaver (*Ann. of philosophy*, septembre 1825), et dans l'ouvrage de Conybeare et Phillips (*Outlines of the geology of England and Wales*), la section III du chap. IV, p. 310. Mais il faut remarquer que dans le coup d'œil général sur les localités étrangères à l'Angleterre, où le *new red sandstone* a été signalé, les auteurs de ce dernier ouvrage, guidés par l'idée très répandue alors, que le sel gemme appartenait exclusivement à cette formation, y rapportent des dépôts reconnus depuis pour être tertiaires, crétacés ou de transition.

Nous rappellerons aussi que M. d'Omalius-d'Halloy désigna d'abord sous le nom de *formation du grès rouge* toutes les couches comprises entre le terrain houiller et le lias, c'est-à-dire le *rothe todte Liegende* de Werner et de ses successeurs, le *Zechstein*, avec les schistes *cuivreux*, le *grès bigarré*, le *muschelkalk* et les *marnes irisées*. Plus tard il employa l'expression de *terrain pénéen* pour le même ensemble de dépôts, et, en dernier lieu (1853), adoptant celle de *terrain triasique* pour les trois derniers termes dont on vient de parler, les deux premiers composèrent seuls le *terrain permien*.

Alex. Brongniart (1829) avait assigné le nom de *pœcilien* au groupe du grès bigarré, conservant ceux de *Keuper* (ou *marnes irisées*) et de *calcaire conchylien* pour les deux supérieurs, et attribuant celui de *pénéen* au *Zechstein*, de même que l'expression de *groupe rudimentaire* (pséphite, arkose) à l'inférieur, équivalent du *rothe*

verrons donc le lecteur une fois pour toutes à ce catalogue disposé dans un ordre géographique très clair.

Cet ouvrage de M. d'Alberti nous servira de point de départ naturel, et rendant superflues la plupart des citations des travaux qui l'ont précédé, il sera la base de ce que nous dirons nous même, en même temps que le cadre dans lequel viendra se placer tout ce qui a été fait depuis. Nous ferons remarquer cependant que, malgré la dénomination de *trias* qu'il propose pour les trois termes du *Bunter Sandstein*, du *Muschelkalk* et du *Keuper*, l'auteur divise en réalité le trias en *quatre groupes*, parce qu'il partage le *Keuper* en deux : l'un désigné par l'expression de *Lettenkohle*, l'autre, par celle de *Bunten-Mergel*. Nous verrons plus loin quelle est la valeur de cette distinction et jusqu'à quel point les découvertes récentes peuvent la justifier.

Pour nous, nous considérons le *trias* comme une formation

---

*todte Liegende*. Le *groupe du grès rouge* de de la Bèche (1831) comprenait aussi, non-seulement les trois termes les plus élevés de la série, mais encore le *magnesian limestone* d'Angleterre, le *conglomérat d'Exeter*, le *Zechstein* et le *rothe todte Liegende* de l'Allemagne.

Dès 1822 Conybeare et Phillips réunissaient, sous le nom de *red marl* ou de *new red sandstone*, toutes les couches que nous rapportons au trias, et sous celui de *magnesian limestone* et de *conglomérat magnésien*, ce que nous laissons dans un système plus ancien (permien). Déjà ils plaçaient ces derniers dépôts sur le même horizon que le *Zechstein* de l'Allemagne, rapprochement qui a toujours été admis depuis. Plus tard (1832) le premier de ces géologues proposa le mot *pœcilitic* pour tout ce qui se trouvait encore entre la formation houillère et le lias, mais W. Buckland (1836) y substitua, comme plus conforme à l'étymologie grecque, le mot *poikilitic*, que peu de ses compatriotes ont adopté. En effet il n'est point synonyme de *trias* puisqu'il comprend, outre les trois termes de ce dernier, les dépôts plus anciens désignés par les uns sous le nom de *pénéens* et par le plus grand nombre sous celui de *système permien*, qui a prévalu aujourd'hui.

En 1835 M. A. Boué s'était rangé à l'opinion de M. d'Alberti, et les auteurs de la *Carte géologique de la France* (1841) ont divisé le *terrain du trias* en *marnes irisées*, *muschelkalk* et *grès bigarré*. Le *grès des Vosges*, *le Zechstein* et le *grès rouge* sont trois autres divisions qui viennent au-dessous et qui semblent être considérées comme d'égale valeur. Enfin M. Ch. Lyell (1857), tout en adoptant le mot *trias*, pense qu'on pourrait aussi désigner ses trois termes par l'expression de *groupe supérieur du nouveau grès rouge* et consacrer celle de *nouveau grès rouge inférieur* au *système permien* sous-jacent.

ou division géologique du même ordre que les formations jurassique et crétacée, et nous la diviserons en trois groupes, qui sont de haut en bas : 1° marne irisée (*Keuper*) ; 2° muschelkalk (*calcaire coquillier*) (1), grès bigarré (*Bunter Sandstein*). Nous conservons par exception le mot allemand *Muschelkalk*, à cause de la confusion qui pourrait résulter de l'emploi fréquent de son synonyme français, *calcaire coquillier*.

Nous terminerons cette *Introduction* en reproduisant (p. 10[a], ci-joint) le Tableau légèrement modifié qu'a donné M. d'Alberti de la formation triasique du bassin supérieur du Neckar, et dans lequel on voit distribués stratigraphiquement les fossiles observés jusqu'en 1834, dans le sud de l'Allemagne (1). C'est en quelque sorte le résumé synoptique de l'état de la science à cette époque, et en même temps celui d'un excellent ouvrage de géologie descriptive. Il eût sans doute été désirable de présenter au lecteur une analyse moins condensée d'un travail aussi complexe ; mais on comprendra que l'espace qu'eût exigé un exposé suffisamment étendu nous eût fait sortir des limites dans lesquelles nous devons nous renfermer.

---

(1) Nous ferons remarquer ici, une fois pour toutes, que la synonymie des espèces fossiles du trias, bien que cette faune, comparativement aux autres faunes secondaires, soit infiniment moins riche, est extrêmement embrouillée, et que, sauf quelques rectifications indispensables dans les citations que nous avons reproduites, nous laissons presque toujours aux auteurs la responsabilité de leurs déterminations.

LIAS.

(Page 10*.)

Gr|us plicatilis, id., *H. obliquus*, id., *H. sublævis*, id.).

FORMATION TRIASIQUE (D'APRÈS M. D'ALBERTI).

Marnes irisées (570 pieds). Keuper (450 pieds).

1. *Modiola minuta*, Gold., *Avicula socialis*, Bronn).
2. *s arenaceus*, Ad. Brong.).
3.
4.
5. id., *Filicites stuttgartiensis*, id. *F. lanceolata*, id.
6. point de fossiles.
7. *ybodus plicatilis*, id., *Rostellaria obsoleta*, Gold.
*s*, Bronn, *M. curvirostris*, id., *Avicula socialis*, id.).
8. *olepis maximus*, Ag., *G. Albertii*, id., *Psammodus*
*ccinum turbilinum*, Gold., *Rostellaria scalata*, id.,
n, *M. curvirostris*, id., *M. lævigata*, Alb., *Avicula*
*ten lævigatus*, id., *Lingula tenuissima*, id., *Perna*

Lettenkohle (120 pieds).

9. *s*, Bronn, *M. curvirostris*, id., *Avicula socialis*, id.,
10. l., *Acrodus Gaillardoti*, id., *Hybodus obliquus*, id.,
*vittata*, var. maj., id., *Pterophyllum Meriani*, id.,
11. *roides Jægeri*, Alb., *Gyrolepis tenuistriatus*, Ag.,
*renaceum*, id., *Tæniopteris vittata*, var. maj., Ad.

Muschelkalk (77 pieds). Calcaire de Friedrichshall.

12. *bidorsatus*, Schloth., *Buccinum turbilinum*, Gold.,
., *Mya musculoides*, Schloth., *Mya mactroides*, id.,
, *P. lævigatus*, id., *Terebratula vulgaris*, Schloth.).
13. *rodus Gaillardoti*, id., *Palinurus Sueurii*, Desm.
14. breux vers le bas (Reptile de Lunéville, *Placodus*
*romorphus*, id., *Acrodus Gaillardoti*, id., *Hybodus*
*ndatus*, Rein., *A. subnodosus*, Munst., *A. cinctus*,
*ta*, Gold., *R. obsoleta?* id., *R. Hehli*, id., *Turritella*
*ræa discoides*, Gold., *Capulus mitratus*, id., *Mya*
*is*, Bronn, *M. curvirostris*, id., *M. Goldfussi*, Alb.,
*A. Bronnii*, Alb., *Plagiostoma lineatum*, Bronn,
*O. crista difformis*, id., *O. subanomia*, Munst.,
*ris*, Schloth., *Delthyris fragilis*, Gold., *Lingula*
*liliiformis*, Schloth., *Cidaris grandævus*, Gold.).
15. *vigata*, Alb., *Gryphæa? prisca*, Gold.).
16.
17.
18.

Anhydrite.

19. minée çà et là vers le bas; point de fossiles.
20. ise domine. Les roches sont disposées en amas. Le

Wellenkalk.

21. Gypse, argile salifère, couches schisteuses ondulées
eure (Reptile de Lunéville, *Hybodus plicatilis*, Ag.,
*dorsatus*, Schloth., *Buccinum gregarium*, Schloth.,
, id., *Mya musculoides*, Schloth., *M. elongata*, id.,
*ia vulgaris*, Bronn, *M. cardissoides*, Alb., *Mytilus*
*inæquicostatum*, Gold., *Pecten Albertii*, id., *Ostrea*
*lthyris fragilis*, Gold., *Lingula tenuissima*, Bronn,
id., *Gorgonia*, *Ceriopora*, etc.).

Grès bigarré.

22. A
23. G édones, Fougères.)
24. C

(1) I nsalée dans l'assise 21.

(*Hist. des Progrès de la Géologie*, t. VIII).

# CHAPITRE PREMIER.

## FORMATION TRIASIQUE DES ILES BRITANNIQUES.

Les géologues anglais ont désigné depuis longtemps, par les expressions de nouveau grès rouge ou de marnes rouges (*new red sandstone* et *red marl*), l'ensemble des dépôts arénacés et argileux qui constituent le trias des îles Britanniques, et dans lequel ils ont ensuite reconnu les équivalents du grès bigarré et des marnes irisées du continent. De plus, ils les ont parfaitement séparés des conglomérats et des calcaires magnésiens sous-jacents, mais il nous serait impossible, sans courir le risque de faire des rapprochements inexacts, de suivre leurs descriptions autrement qu'en employant d'abord les expressions qu'ils ont en quelque sorte consacrées. Il nous suffira de montrer ensuite comment, à mesure que les observateurs approfondissaient ce sujet, ils se rapprochaient des divisions et des dénominations en usage de ce côté du détroit, sans que cependant un véritable équivalent du muschelkalk ait encore pu être constaté entre les deux groupes arénacés.

### § 1. — Irlande.

De même que les dépôts crétacés et jurassiques, dont nous avons déjà traité, ceux de la période triasique ne se montrent en Irlande que dans sa partie nord-est et sur une faible épaisseur ; mais ils y occupent des surfaces beaucoup plus considérables ; ils suivent du N. au S., d'une manière presque continue, la limite occidentale du grand massif trappéen des comtés d'Antrim, de Londonderry, depuis les côtes du Lough-Foyle, dans la paroisse de Magilligan, jusqu'à l'est de Stewartstown, et se prolongent ensuite, dans la même direction, vers la limite du comté de Managham, toujours bordés à l'ouest par des grès ou des calcaires du système carbonifère.

Dans son *Rapport sur la géologie du comté de Londonderry et*

*de quelques parties de ceux de Tyrone et de Fermanagh* (1), M. J. E. Portlock ayant rappelé les travaux de ses prédécesseurs, entre autres ceux de MM. Griffith et J. Bryce, nous renverrons le lecteur à l'introduction de l'ouvrage de ce géologue (p. 62 et 78), et nous passerons de suite aux résultats de ses propres recherches.

(P. 480.) Après avoir signalé les difficultés qui se présentent pour distinguer les grès du trias de ceux du vieux grès rouge, en l'absence du calcaire carbonifère et des dépôts houillers, lorsqu'il n'y a aucune discordance et que la série des couches arénacées est parfaitement continue, M. Portlock donne une coupe de Newtown Limavady à Stradreagh, dans laquelle on voit nettement toute la série depuis les micaschistes jusqu'au basalte. A partir de cette dernière roche, et en descendant, viennent successivement une assise crétacée, une couche avec des fossiles jurassiques (*Cardium striatulum*), un grès, une couche d'argile appartenant encore à la même formation, puis des argiles schisteuses avec des lits minces de calcaire renfermant des restes de *Gyrolepis Albertii*, d'*Acrodus minimus*, de *Saurichthys apicialis* qui feraient présumer l'horizon du muschelkalk. A l'ouest de ce point, les argiles, les grès calcarifères et les calcaires placés dessus sont caractérisés par des fossiles du lias.

Un ensemble de marnes panachées, de grès rouge foncé et panaché aussi, avec des zones et des taches gris-verdâtre, se développe au dessous; le tout, ayant une épaisseur de 128 mètres, est d'ailleurs parfaitement continu. Près de Fruit-Hill, déjà la teinte rouge est moins foncée. Ce système se suit à travers la rivière Castle, de Carly-Burn à Keady, jusqu'à la base de Donald's Hills, et à Benbradagh presqu'en ligne droite. Sur ce dernier point, la craie, recouverte de basalte, passe insensiblement vers le bas à un grès vert et repose sur des marnes rouges, d'une épaisseur de 200 à 230 mètres. Le seul fossile trouvé dans ces dernières est la *Posidonomya minuta*, associée dans le comté de Tyrone, à Rhone-Hill, avec le *Palæoniscus catopterus* (2). A ces marnes succèdent d'autres marnes panachées et des grès peu agrégés dont l'épaisseur ne serait pas moins de 320 mètres.

---

(1) *Report on the geology of the county of Londonderry*, etc., in-8° avec carte géologique, 9 pl. de coupes et 38 pl. de fossiles. Dublin, Londres, 1843.

(2) *On the discovery of fossil fishes in the new red sandstone of Tyrone*, p. sir R.-I. Murchison (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 206, 1835).

Vers le bas, le grès perd sa teinte rouge foncée; il est à gros grain, feldspathique et micacé. Il est toujours associé à des lits argileux, ressemblant souvent aux marnes de la partie supérieure, et parfois d'une teinte brun-rougeâtre. A mesure qu'on s'abaisse, la roche tend à passer au conglomérat, se trouve associée à des calcaires impurs, quelquefois magnésiens, et enfin le conglomérat à gros éléments repose sur le micaschiste. On a donc ici, dit l'auteur, une succession de strates comparable à celle du grès bigarré, du grès des Vosges et du grès rouge (*rothe todte Liegende*), mais qu'en l'absence des fossiles il serait impossible de diviser. Il n'y a aucun caractère qui permette de reconnaître un représentant de l'*old red sandstone;* dans l'Hass-Townland, un mille à l'est de Dungevin, le grès qui est plus incliné que dans la coupe précédente est associé à des couches de grès tendre, argileux, micacé, rempli d'écailles d'*Holoptychius Portlocki*, tandis qu'au-dessus sont de nombreuses empreintes de plantes carbonifères.

A partir de Benbradagh, les marnes du nouveau grès rouge se prolongent au sud, en formant, au-dessous de la craie et du basalte, un escarpement qui se détruit facilement; elles s'étendent sur les territoires de Tirgoland, de Curraghlane et de Ballymonan, et sont interrompues par le basalte dans Eden, reparaissant ensuite avec leur épaisseur ordinaire jusqu'au relèvement du micaschite. Sur la face occidentale de Carick et dans la paroisse d'Errigal, sont de petits lambeaux de trias reposant sur le micaschite et surmontés de basalte; sur d'autres points, la série des grès carbonifères succède sans discordance à celle du nouveau grès rouge, et est séparée des schistes cristallins par des poudingues du vieux grès rouge.

Dans la colline de Slieve Gallion, dont M. Portlock donne deux coupes prises à l'est des roches granitoïdes, il paraît difficile de tracer la limite respective du vieux et du nouveau grès rouge. La partie inférieure de ce dernier est caillouteuse, moins distincte du premier que dans les localités où ils sont à une certaine distance l'un de l'autre. Sur les pentes de Slieve Gallion Carn, paroisse de Desertlyn, le vieux grès rouge paraît être directement recouvert par le nouveau; au nord, celui-ci existe probablement entre le calcaire carbonifère et la nappe basaltique au contact de laquelle il se montre près de Maghera. De Killymoon à Stewartstown, on peut suivre le nouveau grès rouge recouvrant le système carbonifère qu'il sépare de la craie et des masses basaltiques à l'est de la ville. Il passe sur le district houiller de Clonoe, puis par Killymoon et

Rhone-Hill, où l'on a rencontré le *Palæoniscus catopterus* et la *Posidonomya minuta*, pour se terminer, à ce qu'il semble, dans le voisinage de Caledon. Cette disposition diffère d'ailleurs de celle qu'indique la carte géologique de l'Irlande par M. Griffith, et plus encore de celle qu'affectent les dépôts crétacés, à cause de l'épais manteau quaternaire qui recouvre la plaine.

Le nouveau grès rouge placé sur la craie forme la base d'une ride élevée, et peut être suivi jusqu'à Coagh, où se montrent ses bancs marneux sur la rive droite de la Ballinderry. Au-dessous de la ville, il s'observe dans un ravin, à la limite des bois, jusqu'à son contact avec le basalte; de sorte que, en cet endroit, la séparation du nouveau grès rouge et de la craie est nettement tranchée. A l'ouest du chemin de Spring-Hill à Coagh, des îlots de craie sont supportés par le grès. Enfin, M. Portlock continue à suivre le développement et les caractères de la formation à travers le reste de la région qu'il occupe et dont nous avons sommairement indiqué l'étendue au commencement.

Dans une note sur la géologie des environs de Kingscourt, à la limite des comtés de Meath, de Cavan et de Monaghan, M. J. Hamilton (1) a signalé, au-dessus du terrain houiller, des marnes bleues et rouges avec des argiles plastiques, horizontales vers le milieu du bassin, mais un peu relevées sur ses bords. Il a observé en un point quelques lits de gypse séparés par des couches d'argile. Des sondages ont fait reconnaître que ces dépôts avaient une épaisseur de 12 mètres, sans qu'aucune trace de sel y ait été constatée. D'autres, du même âge, existent aussi près de Carrickmacross, dans le comté de Monaghan. Dans celui d'Antrim, on les observe particulièrement dans la vallée de Logan et à Carrick-Fergus, sur la côte nord de Belfast-Lough. Ils y ont une puissance de 576 à 600 mètres, et sont composés en grande partie d'argile schisteuse. D'après M. J.-B. Doyle (2), les bancs de grès sont très minces, de diverses teintes, parmi lesquelles domine le rouge brun mélangé de gris bleuâtre, de vert et de jaune. On peut les suivre le long de la côte opposée de la Lough, entre Cultra et Holly-Wood, où des lits minces de calcaire magnésien alternent avec les bancs de grès. Du côté d'Antrim,

(1) *Journ. of the geol. Soc. of Dublin*, vol. V, p. 165, 1852.

(2) *Notes on the salt mine at Dunerne and searches for Coal by the Marquess of Devonshire* (*ibid.*, vol. V, p. 232, 1853).

les strates s'élèvent fortement et leur direction générale est à l'E. avec un plongement au N.

Des recherches faites pour le charbon au-dessous du trias ont été entreprises à 2 milles au nord-ouest de Carrick-Fergus et à environ un quart de mille de la vallée de Woodburn, vers le milieu du comté. On y est descendu jusqu'à 100 mètres au-dessous du niveau de la mer. Les argiles panachées et les marnes gypseuses supportent une assise de grès vert que recouvre une assise de craie surmontée à son tour par une masse trappéenne de 200 mètres dans la colline de Toppin, située au nord des travaux. A 200 mètres du jour, on a rencontré un lit de sel gemme pur, fort étendu, et des bancs salifères sur une épaisseur de 65 mètres. Quelques bancs de sel sont d'un beau bleu, d'autres blancs, et ceux qui, vers le haut, sont associés à des argiles schisteuses, sont parfois bleuâtres ou brunâtres. Dans un puits de 177 mètres de profondeur, on a trouvé successivement :

| | |
|---|---|
| 1. Dépôt quaternaire | 25m |
| 2. Marne rouge | 125 |
| 3. Banc de sel | 3,75 |
| 4. Sel et bande bleue | 1,56 |
| 5. Sel pur | 22 |
| 6. Bande rouge et bleue avec un peu de sel | 4,25 |
| 7. Sel mélangé de bandes rouges et bleues | 3,25 |
| 8. Banc de sel non traversé en entier | 5 |

Les couches salifères sont parallèles à celles de la surface du sol, ce qui fait supposer qu'on n'a pas ici une lentille, mais une masse régulièrement stratifiée, continue, subordonnée à l'ensemble de la formation. Le gypse a été constaté à Colin-Glen ou à Cushendall. De minces veines de sel ont été rencontrées à Larne, à 50 mètres de la surface, et des sources salées, observées sur plusieurs points, prouvent l'extension de cette substance dans diverses directions. A Red-Hall, un forage de 214m,75 a aussi traversé, au-dessous de 137 mètres de marnes gypseuses analogues aux précédentes, 25 mètres de roches plus ou moins salifères, un banc de sel rouge de 5m,50, une argile salifère de 6m,50, un banc de sel pur de 21 mètres, une couche de sel impur de 3m,50 et un autre banc de sel parfaitement pur de 9m,75, enfin diverses roches stériles de 5m,50.

## § 2. — Angleterre.

Distribution géographique et caractères généraux.

On a vu au commencement des tomes IV et VI quelle était la disposition des affleurements successifs des dépôts crétacés et jurassiques de l'Angleterre, lorsqu'on s'avance de l'E. à l'O., et comment ils traçaient une série de zones plus ou moins continues, flexueuses, de largeur inégale, coupant obliquement le pays et représentant une vaste écharpe diversement colorée, dirigée du N.-N.-E. au S.-S.-O., depuis les côtes du Yorkshire jusqu'à celles du Devonshire. Les groupes de chaque formation sont disposés dans leur ordre d'ancienneté du S.-E. au N.-O., de telle sorte que le lias, le plus ancien de tous, borde la zone sur sa limite de ce dernier côté. Les couches triasiques qui lui succèdent dans cette direction l'accompagnent également d'une manière continue, depuis l'embouchure de la Tees jusqu'à celles de l'Ex et de la Teigne, et elles mettent en évidence la concordance parfaite de tous les rivages successifs de la grande période secondaire dans la moitié orientale de l'île.

Mais si l'on continue à s'avancer au N.-O., au delà de la ligne de jonction des sédiments jurassiques et triasiques, on ne tarde pas à reconnaître que les eaux dans lesquelles ces derniers se sont déposés avaient, dans certaines directions, une plus grande extension que celles des premiers. Les roches du trias ne constituent plus de simples bandes dirigées N.-N.-E., S.-S.-O., mais elles occupent des surfaces considérables en remontant au N.-O.; elles longent le massif carbonifère du Derbyshire, du Yorkshire et du Lancashire, pour s'étendre encore dans le bassin de l'Eden, le Westmoreland, le Cumberland, et de là dans le Dumfrieshire, sur les côtes opposées du golfe de Solway. Le massif carbonifère formait ainsi, dans les eaux triasiques, un cap très avancé au sud du Derbyshire; à l'ouest, ces eaux venaient battre contre les collines de transition du pays de Galles en suivant une ligne de rivage sinueuse depuis les côtes du Flintshire et du Cheshire jusqu'à l'embouchure de la Severn.

Si à l'est les dépôts du trias succèdent immédiatement au lias, à l'ouest et sur le pourtour du grand promontoire carbonifère et central du Derbyshire, ils ne reposent pas directement soit sur les ro-

(1) *Loc. cit.* p. 282.

ches carbonifères, soit sur des roches de transition plus anciennes. Ils en sont presque constamment séparés par une zone plus ou moins étroite, composée de couches désignées sous le nom de *calcaire* et de *conglomérats magnésiens*, puis de grès divers, fossilifères, depuis longtemps marqués sur les cartes géologiques. Cette zone a été mise d'abord en parallèle avec le zechstein de l'Allemagne, et plus tard regardée comme le véritable représentant du système permien, terme le plus élevé du terrain paléozoïque. Nous n'avons donc point à nous en occuper ici, si ce n'est pour indiquer ses relations avec les couches du nouveau grès rouge qui la recouvrent.

La limite inférieure des deux systèmes ne suit plus une ligne plus ou moins parallèle aux affleurements des formations moins anciennes, en accompagnant la série des bandes, à peu près d'égale largeur, que nous avons décrites, ce qui provient, comme le fait remarquer Conybeare, de ce que les marnes rouges, le nouveau grès rouge, ainsi que les roches magnésiennes qui les supportent, constituent les derniers dépôts presque horizontaux et concordants qui occupent les comtés de l'est et du sud. Les roches antérieures sont toutes discordantes par rapport à celles-ci. Elles sortent de dessous, en affectant divers angles, quelquefois très ouverts, et en formant des massifs montagneux que circonscrit le trias étendu dans les plaines à leur pied; de sorte que l'aspect général du pays serait celui d'une mer composée de dépôts horizontaux de marnes rouges, de grès rouges, etc., circonscrivant des îles et des promontoires de roches carbonifères, dévoniennes, siluriennes, etc., associées à des diorites, des trapps et autres roches ignées.

Sur les cartes géologiques générales un peu anciennes, telles que celles de Conybeare et Phillips (1), de Greenough(2), et la réduction de cette dernière par J. Gardner (3), le trias tel que nous le comprenons n'était représenté que par une seule teinte, mais dans les suivantes (4), il se trouve divisé en deux parties : l'une supérieure,

---

(1) *Outlines of the geology of England and Wales*, in-8°. Londres 1822.

(2) *A geological map of England and Wales*, en 6 feuilles, 1re édit. 1819.

(3) Une feuille, 1837.

(4) 2e édit. de la carte de Greenough, 1839. — Carte de sir R. Murchison, 1re édit. 1843, 2e édit. 1858.

Voy. aussi : Knipe, *Geological map of the British isles and part of*

désignée sous le nom de marne rouge et de *grès du keuper* (*red marl* et *keuper sandstone*), l'autre, inférieure, sous celui de nouveau grès rouge (*new red sandstone* (1). En général, les marnes rouges, plus ou moins argileuses, contenant parfois du gypse ou du sel gemme forment la partie principale du premier groupe, les grès rouges et les conglomérats le second.

Zone nord-nord-est, sud-sud-ouest.

Pour nous conformer à la marche précédemment adoptée dans la description des zones crétacée et jurassique du centre de l'Angleterre, nous étudierons la zone du trias qui borde immédiatement cette dernière, depuis les côtes du Yorkshire jusqu'à celles du Devonshire, en l'examinant successivement dans chaque comté, puis nous remonterons au nord par le Cheshire et le Lancashire, de manière à suivre ses dépôts dans les parties basses du Northumberland et de là en Écosse.

Yorkshire et Nottinghamshire.

Le trias qui forme la côte au nord et au sud de l'embouchure de la Tees constitue, en descendant au S.-O., une première rangée de collines bordant les dépôts permiens et carbonifères de l'ouest et du nord. C'est un grès à grain fin, rouge brique, blanc ou gris, effervescent, avec quelques bancs subordonnés plus compactes, rouges ou bleus, des lits de matières charbonneuses, du gypse en nodules ou en lits de $0^{m},25$ à 1 mètre d'épaisseur. L'assise la plus basse qui ait été atteinte dans les travaux était un calcaire blanchâtre (2).

Si de l'embouchure de la Tees on suit ces couches vers le sud, par York et Nottingham, le long de la vallée de l'Ouse et de la Trent, on leur trouve un développement en surface très uniforme de 8 à 10 milles, et elles sont constamment bordées par le calcaire magnésien comme dans le Durham au nord. Le gypse paraît y être très répandu dans l'île d'Axholm et sur d'autres points du Notting-

---

*France*, en 4 feuilles. Londres, 1855. — A. Ramsay, *A new geological map of England and Wales*. Londres, 1858. — J. Phillips, *geological map of the Britsh isles and adjacent coast of France*.

(1) La teinte rouge que les roches de cette formation communiquent au sol lui ont fait donner des noms particuliers dans chaque comté, noms divers suivant les lieux et les autres caractères du pays, mais toujours composés de *red* ou de ses dérivés avec un substantif : *Red-Hill*, *Red-Cliff*, *Retford*, *Red-mire*, *Rotherham*, *Red-lo*, *Red-bar-Rocks*, *Red-marly*, *Ratford*, *Ratcliffe*, etc.

(2) Conybeare, *loc. cit.*, p. 283.

hamshire. Une surface considérable est entièrement occupée par une assise de gravier quartzeux placée entre la marne rouge et les couches permiennes. Son épaisseur est de 200 à 300 mètres, et il est souvent consolidé de manière à constituer un poudingue, comme à la colline du château de Nottingham et sous toute la forêt de Shirewood, au nord de la ville.

Quant aux deux divisions tracées dans l'ensemble de ces dépôts, et qui peuvent représenter : l'une le groupe du grès bigarré, l'autre celui des marnes irisées, elles forment deux bandes parallèles, suivant à l'est les contours sinueux du lias. Le groupe supérieur, succédant immédiatement à ce dernier, longe les rives de la Tees en remontant jusqu'au-delà d'Yarm, puis le cours de la Wiske et de la Swale jusqu'à York, passe au confluent de la Warf, occupe la partie centrale de l'île d'Axholm et tout le plateau de *north and south clay* jusqu'à Nottingham, pour se continuer au sud et à l'ouest, dans les vallées de la Soar et de la Trent. Toute la zone comprise entre celle-ci et les roches magnésiennes, à l'ouest, appartient au second groupe.

A Nottingham, la zone triasique se trouve resserrée des deux côtés de la Trent, entre le lias, au S.-E., et la formation houillère au N.-O.; mais à partir du confluent de la Soar, elle s'élargit brusquement. Au nord, sa limite, en passant par Derby et Uttoxeter, longe le système carbonifère du Staffordshire ; au sud, elle suit les contours très sinueux du lias des comtés de Leicester et de Warwick, en passant à l'est de ces deux villes. Entre les vallées de la Soar et de la Thames, le trias entoure deux massifs isolés de terrain ancien et de roches trappéennes : celui d'Ashby de la Zouch et de la forêt de Charnwood et celui de Tamworth à Atherston et Coventry. Le groupe supérieur ou des marnes rouges succède, à l'est, aux affleurements du lias sous lequel il s'enfonce. Suivant le bassin de la Soar, il entoure le massif de la forêt de Charnwood, diminue beaucoup de largeur au sud, traverse la vallée de l'Avon, passe à l'est de Warwick et suit les contours de la pointe que le lias fait au nord, entre Stratfort et Evesham, supportant entre ces points et Tamworth de nombreux lambeaux de lias. Au nord, le même ensemble de couches suit le bassin de la Trent, en circonscrivant aussi de ce côté le bassin houiller d'Ashby de la Zouch, et se prolongeant encore à l'ouest par la vallée de la Dove jusque près d'Uttoxeter. Tout le reste de cette région est ensuite occupé par le second groupe.

Disposition générale dans les comtés du centre.

Leicestershire. M. J. Plant (1) avait cru trouver des traces de polypiers dans les grès du groupe supérieur près de Leicester, mais H.-E. Strickland (2) pense que ces corps, auxquels l'auteur avait donné le nom de *Gorgonia keuperi*, peuvent être de simples accidents à la surface du grès, ou tout au plus des empreintes très douteuses de végétaux. M. Plant (3) a reconnu plus tard deux assises de grès dans ce même groupe (*new red marl* ou *upper keuper sandstone*). Elles sont séparées l'une de l'autre par une grande épaisseur d'argile rouge. Le grès inférieur se trouve à la même distance de la couche à ciment (*waterstone*) que la plus élevée l'est de la base du lias ; des puits creusés sous la ville même de Leicester jusqu'à 23 mètres ont fait connaître la composition de ce système dont les affleurements, aux environs, sont souvent masqués par des dépôts quaternaires.

Près de l'ancien mur romain, un puits a traversé, après 12 mètres de gravier, des grès marneux en dalles, plus ou moins minces, de 10$^{m}$,50, séparés par des lits de marne verte. On y observe des empreintes que l'auteur attribue à des annélides et d'autres à des pattes de reptile (*Labyrinthodon*) semblables à celles de Storeton (Cheshire). De la comparaison des diverses coupes des environs, on obtient la série suivante, depuis la base du lias jusqu'à l'assise d'argile rouge :

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Lias. | |
| 2. | Marnes supérieures avec des bancs de gypse et des lits minces de grès marneux verts renfermant des cristaux de sel. | 24 à 37$^{m}$ |
| 3. | Argile schisteuse sableuse et veines de marnes vertes. | 7 à 9 |
| 4. | Grès tendre en bancs épais . . . . . . . . . . . . | 6 à 9 |
| 5. | Argile semblable au n° 3. . . . . . . . . . . . . . | 9 |
| 6. | Argile rouge. | |

Ces couches ont été dénudées par places sur une épaisseur de 20 à 25 mètres. La plupart des fossiles ont été recueillis en creusant des puits sous la ville même ; ce sont : *Echinostachys oblonga*, des *Equisetites* et des *Voltzia ;* peut-être aussi des algues, des restes d'annélides, l'*Estheria minuta*, de nombreuses dents de poissons placoïdes (*Strophodus*)? an *novum genus?* des ichthyodorulites

(1) *Report* 19th *meet. brit. Assoc. at Birmingham*, 1849, p. 64, des *Transact.* Londres 1850.

(2) *Ibid.* p. 65.

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XII, p. 369, 1856.

provenant probablement des mêmes poissons et des fragments d'os.

Dans un mémoire sur lequel nous reviendrons plus loin, M. Murchison avait montré que l'ensemble des dépôts des comtés de l'ouest de l'Angleterre, désigné sous le nom de *nouveau grès rouge*, pouvait être divisé en quatre termes qui sont de haut en bas : 1° marnes, sel, gypse et lits minces de grès (*red marl*), représentant les marnes irisées (*Keuper*) du continent ; 2° grès rouge et conglomérat quartzeux (*upper new red sandstone*), équivalent du grès bigarré (*Bunter-Sandstein*) ; 3° conglomérat et calcaire magnésien (*magnesian limestone*) parallèles au zechstein de l'Allemagne ; 4° nouveau grès rouge inférieur (*lower new red sandstone*) équivalent du *rothe todte Liegende*. On a déjà dit que ces deux dernières divisions constituaient le système permien de ce pays. En décrivant plus tard avec H.-E. Strickland (1) les deux premiers groupes dans le Gloucestershire, le Worcestershire et le Warwickshire, le même savant s'est attaché à démontrer qu'ils se distinguaient très bien, en effet, des deux seconds par leurs caractères zoologiques et minéralogiques comme par la position relative constante qu'ils occupent. **Warwickshire.**

La séparation du premier ou des marnes rouges d'avec le lias ne paraît pas être bien tranchée ; on voit alterner à leur jonction des marnes sableuses blanchâtres, des schistes noirs fragiles et des marnes verdâtres avec des lits accidentels de grès schisteux ou en dalles. Les premiers lits qui viennent au-dessous sont des marnes vertes, blanchâtres, des marnes rouges et d'autres de diverses teintes, puis un grès rouge placé à 60 mètres du lias. Les bancs de grès peu épais sont fréquemment séparés par des lits de marne verte ; des veines sinueuses de grès, semblables à des *septaria*, interrompent souvent les marnes. Des empreintes de pieds d'animaux vertébrés, des coquilles bivalves et des dents de poissons ont été rencontrées sur le territoire de Shrewley. Dans les carrières de Burge-Hill l'*Hybodus keuperianus*, la *Posidonomya minuta* (*Es-*

---

(1) *On the upper formation of the new red sandstone system*, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 471, 1833. — *Ibid.*, vol. II, p. 115, 1835. — *Ibid.*, p. 563, 1837). — *Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ série, vol. V, p. 331 mars 1838. — R.-I. Murchison, *The silurian system*, p. 27, 1839. — Voy. aussi, Yates, carte d'une partie du Warwickshire. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ série, vol. II, p. 26, 1827.)

*theria*), des dents de Squales et peut-être aussi des empreintes de pas de reptiles ont été signalés. L'épaisseur des marnes rouges est de 60 à 90 mètres. Dans le forage entrepris à Stoke-Prior, près de Droitwich (Worcestershire), pour la recherche des eaux salées, on a rencontré du gypse, et l'on est descendu jusqu'à 180 mètres sans avoir atteint la limite du groupe et sans qu'on ait rencontré de bancs de grès.

Dans le Gloucestershire, le grès du second groupe est comparativement peu développé. Il est quartzeux, un peu micacé, à grain fin, légèrement coloré, quelquefois taché de rouge, la teinte olive dominant. On y signale des *Echinostachys* (*E. oblonga*, Ad. Brong.), des portions de feuilles de palmier flabelliforme, des tiges de dicotylédones et beaucoup de restes de monocotylédones indéterminables, probablement aussi quelques *Æthophyllum*, *Palæoxyris* et *Convallarites*, mais point de *Voltzia*. Or, le grès du comté de Warwick occupe la même position que celui-ci; il sort de dessous les marnes rouges, autour de la ville de ce nom, et a présenté à Leamington quelques ossements roulés et altérés. Plus bas vient un grès d'une teinte plus rouge, dont les premiers bancs sont minces et renferment à Ashow, sur la rive gauche de l'Avon, des plaques de calcaire concrétionné.

Cette division est particulièrement développée au nord du château de Kenilworth, et, en général, ses caractères sont très uniformes. Buckland regardait ses assises comme faisant encore partie du groupe supérieur ou des marnes irisées, tandis que MM. Murchison et Strickland montrent que les véritables grès en bancs minces, représentant ces dernières, sont séparés du grès rouge en bancs épais d'Ombersley, de Bromsgrove (Worcestershire) et de Warwick par une assise de marne rouge et verte très puissante. Jusqu'à présent, les fossiles ne semblent pas s'opposer à cette classification.

W. Buckland (1) a décrit aux environs de Warwick le grès des marnes irisées comme s'élevant de dessous les marnes rouges près de Leamington et occupant une grande surface entre la capitale du comté et Kenilworth. Sur ce dernier point, un grès, pris sans doute à tort pour l'équivalent du grès des Vosges, vient affleurer à son tour. Le muschelkalk manque, ici comme partout, entre le grès de

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, 452, 1837. — Ch. Lyell, *Address delivered*, etc. Février 1837, p. 22.

Kenilworth et le grès vert-olive qui le recouvre, et Buckland a mentionné dans ce dernier une mâchoire de saurien (*Phytosaurus*), circonstance qui, jointe à la présence de plantes peu déterminables, lui font placer cette assise sur l'horizon du grès bigarré.

Le même géologue (1) avait décrit des troncs d'arbre silicifiés provenant du grès d'Allesley, près de Coventry, et MM. Murchison et Strickland ont fait voir que ce dernier était le prolongement du grès rouge de Kenilworth. Ces bois fossiles sont dans un conglomérat qui renferme aussi du manganèse et qui repose également sur les couches ordinaires du grès rouge. Une mâchoire de vertébré, trouvée au nord-ouest de Coventry, était alors le seul exemple de débris de cette classe qu'on ait observé dans cette partie du groupe.

Suivant M. Sedgwick (2), le trias, ou ce qu'il nomme la partie supérieure du nouveau grès rouge, serait quelquefois discordant par rapport à la partie inférieure (*magnesian limestone* ou système permien), et cette dernière passerait alors au terrain houiller par des marnes rouges alternant avec des bancs de calcaire lacustre. Tous ces dépôts placés en intermédiaire renfermeraient des plantes houillères. Le banc de grès subordonné aux marnes rouges du premier groupe est beaucoup plus constant qu'on ne le pensait d'abord et caractérisé par des poissons particuliers et d'autres fossiles. M. Murchison (3) en a tracé les limites depuis les environs de Warwick et en se dirigeant vers le N. Les débris de *Cylindricodon*, provenant de Guy's-cliff appartiennent à l'espèce indiquée par M. Jäger dans les marnes irisées du Wurtemberg.

M. P.-B. Brodie (4) a décrit plus particulièrement le gisement de la *Posidonia* (*Estheria*) *minuta* dans les dalles du grès des marne irisées. Ce fossile abonde surtout dans des marnes vertes et des grè placés à 1 mètre environ au-dessus de l'assise inférieure des marnes rouges. Sur les bords du canal, près de Shrewbey-common, on a rencontré de nombreux débris de poissons appartenant à un nouveau genre recueilli aussi à Pendock (Worcestershire) et des os de *Labyrinthodon*. La coupe de cette localité présente de haut en bas :

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 439, 1836.
(2) *Ib.* vol. III, p. 545, 1841.
(3) *Address delivered*, etc. Février 1843, p. 83, d'après M. Phillips.
(4) *On the upper keuper-sandstone*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XII, p. 374, 1856.)

| | | |
|---|---|---|
| 1. Marnes vertes . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0$^{m}$,07 à 0,10 | |
| 2. Grès fin, de teinte claire ou brun, en lits séparés par des marnes avec *Posidonomya minuta*, des *reeple marks*, un banc de grès à gros grains avec des débris d'*Acrodus*. . . . . . . . . . | | 0 ,52 |
| 3. Marne verte. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 0 ,06 |
| 4. Grès à grain fin avec empreintes de pieds de *Labyrinthodon* . . . . . . . . . . . . . . . . | | 0 ,67 |
| 5. Marne verte . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 0 ,05 |
| 6. Grès solide exploité, avec traces de Posidonomyes. | | 1 ,06 |
| 7. Bancs minces de grès, séparés par des marnes vertes. | | |

Toutes ces couches sont horizontales et le groupe supérieur du Warwickshire est, sous tous les rapports, semblable à celui du Worcestershire, dont nous parlerons tout à l'heure.

La *Posidonia* ou *Posidonomya minuta* et une autre petite coquille trouvée à Pendock, dans ce dernier comté, sont les seules qui y aient encore été signalées. Cette *Posidonomya* ne serait point d'ailleurs, suivant M. R. Jones (1), une véritable coquille, mais, à en juger d'après la structure du test, un petit crustacé du genre *Estheria*, genre qui paraît avoir vécu depuis la période dévonienne jusqu'à la période wealdienne, et qui a pris son plus grand développement dans celle du trias. D'un autre côté, certains genres d'entomostracés ayant à la fois des espèces marines et d'eau douce, on ne peut rien conclure sur l'origine des dépôts qui nous occupent par la présence seule des *Estheria*, non plus que par celle des plantes qui sont terrestres. M. Brodie (2) a aussi découvert un petit poisson hétérocerque dans la couche de Rowington ; ce serait le dernier représentant du genre *Palæoniscus* (*P. superstes* Egert (3). On y indique enfin de petites dents d'*Acrodus* et des épines provenant du même genre, rencontrées çà et là sur divers points de l'Angleterre.

M. R. Owen (4) a décrit, sous le nom de *Labyrinthodon*, des débris de reptiles provenant du grès rouge de Warwick et de Leamington, et

(1) *Ibid.* p. 376.
(2) *Ibid.* vol. XIV, p. 165, 1858.
(3) *Ibid.* p. 164, 1858. — Le *P. arenaceus* des marnes irisées, de Cobourg, indiqué par M. Schauroth, au congrès des naturalistes allemands, à Gotha, en 1851, n'était pas connu de M. Egerton, qui n'en parle que par ouï dire.
(4) *On the teeth of species of genus Labyrinthodon.* (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 357, 1841. — *Transact.* id. vol. VI, p. 503.)

semblables à ceux qui avaient été désignés par M. Jäger sous ceux de *Mastodonsaurus salamandroides* et de *Phytosaurus*, et qui avaient été rencontrés dans les marnes irisées de l'Allemagne. Peu après, le même anatomiste (1) donna un travail sur cinq espèces appartenant au même genre et provenant des grès de Coten-end et de Cubbington, aux environs de Warwick. Il établit l'identité du *Cheirotherium* avec ces animaux qui étaient des batraciens (*Labyrinthodon salamandroides* ou *Jægeri*, *leptognatus*, *pachygnatus*, *ventricosus* et *scutulatus*). Leurs traces sont, comme on sait, très fréquentes dans le grès bigarré d'Hildeburghausen et en Saxe ; ils diffèrent de tous les batraciens connus et appartiendraient en outre à un même horizon géologique. Le grès des environs de Kenilworth a présenté à M. G. Lloyd (2) une nouvelle espèce de *Labyrinthodon*.

Le trias, en se développant à l'ouest, circonscrit complétement le bassin houiller du Staffordshire avec sa ceinture de roches permiennes. Les affleurements de dépôts siluriens avec leurs trapps, de même que les collines trappéennes isolées de Clent et de Lickey au sud du bassin, s'élèvent encore au milieu d'une plaine de grès rouge (3). Au-delà, cette formation s'arrête contre la limite orientale du terrain de transition, dirigée presque N., S., depuis les environs de Newport jusqu'à Newnham, à travers le Staffordshire, le Worcestershire et le Gloucestershire. En suivant à peu près le bassin actuel de la Severn, ses dépôts se resserrent de plus en plus dans la même direction, constamment bordés à l'est par le lias depuis les environs de Droitwich jusqu'à l'embouchure de cette rivière (4). Dans ce trajet, le groupe des marnes rouges occupe la plus grande partie de la zone, celui du grès rouge ne formant qu'un ruban plus ou moins étroit le long du terrain de transition. **Worcestershire**

Au sud-ouest de Droitwich, on exploite des sources salées, et autour de la ville domine un grès argilo-calcaire, à grain fin, rouge-brun, taché de bleu-verdâtre. A Doder-hill, la roche est plus solide et ren-

(1) *Proceed. geol. soc. of London*, p. 389, 1841, vol. III. — *Ibid.*, p. 515.

(2) *Report* 19th *meet. brit. Assoc. at Birmingham*, p. 56 (Londres, 1850)

(3) Conybeare, *Outlines of the geology of England*, etc., p. 288, 1822. — W. Buckland. *Transact. geol. Soc. of London*, 2e série, vol. V, pl. 36, 1824.

(4) Voy. *Antè*, vol. VI, p. 122 et suivantes.



ferme des veines minces de gypse cristallisé. Autour de Worcester, c'est plutôt une marne avec des plaques bleues ou vertes, quelquefois un grès fin ou bien une brèche. Sur divers points du pays, on observe des alternances de grès à gros et à petits grains. Une des exploitations a présenté, au-dessous d'un dépôt superficiel, 10$^{m}$,65 de gypse, un courant d'eau salée, 28 mètres de gypse, et l'on a pénétré de 1$^{m}$52 dans une roche de sel gemme où l'on s'est arrêté.

Dans une vue d'ensemble du trias des comtés de Stafford, de Salop, de Worcester et de Gloucester, sir R. Murchison (1) a montré que les divisions proposées par M. Sedgwick, pour le nord-est de l'Angleterre, pouvaient aussi y être tracées. Les marnes rouges et vertes donnent lieu à des sources salées et ne renferment qu'une petite quantité de gypse. On a déjà dit ce que les recherches du même savant, jointes à celles de Strickland, avaient fait connaître dans le Worcestershire où M. J. Yates (2) a signalé beaucoup de plantes fossiles dans le grès rouge de Standfort et d'Ombersley. De son côté, Strickland (3), suivant les travaux du chemin de fer entre Birmingham et Gloucester, a décrit les couches permiennes adossées à la masse de trapp de la chaîne de Lickey, et que recouvre, à stratification discordante, une assise puissante de conglomérat appartenant au grès rouge et plongeant faiblement à l'E.-S.-E. La roche est en grande partie composée de cailloux de quartz et renferme des lits minces subordonnés de sable, de grès à grains fins et de marnes rouges. Vers l'extrémité de la coupe, le poudingue est surmonté d'une couche épaisse de grès rouge. Il résulte de ces faits que les roches ignées de Lickey, contre lesquelles se redressent les grès permiens rougeâtres et brunâtres, très durs, se sont fait jour après leur dépôt et précisément avant le poudingue de la base du trias.

Il y eut ensuite, dans cette même région, d'autres mouvements qui occasionnèrent des failles prolongées jusque dans le lias. Après une nouvelle élévation du pays, les assises du grès rouge furent elles-mêmes disposées suivant un axe anticlinal, et les marnes rouges du groupe supérieur les ont recouvertes de chaque côté de

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 116, 1835.

(2) *Report 7th meet. brit. Assoc. at Liverpool*, 1837 (Londres, 1838), p. 58.

(3) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 146, 1841. — *Transact.* id. vol. VI, p. 547. — Voy. aussi R.-I. Murchison *The silurian system*, p. 27 et suivantes, pl. 37, fig. 7 et 8. 1839.

cet axe. L'auteur a étudié avec soin les limites de ces divisions dans plusieurs directions, ainsi que la jonction du lias et des marnes irisées à Dunhanstead, où un grès, qu'il désigne sous le nom de *keuper sandstone*, paraît être subordonné aux argiles inférieures du lias. A Longdon et à Ripple, des Calamites, et peut-être des *Voltzia*, se montrent dans les marnes rouges (1). Des cristaux de grès blanc, pseudomorphoses du sel gemme, se trouvent dans des lits parallèles subordonnés au même groupe à Spetchley, comme au sud-sud-ouest de Blaidsdon, dans le Gloucestershire, et peut-être aussi à Grave (Nottinghamshire) (2). A Pendock, suivant M. W.-S. Symonds (3), le grès rouge plonge sous les marnes de même teinte et le lias de Barrow-Hill, à l'ouest de Tewkesbury. La carrière, de quelques mètres de profondeur seulement, montre des bancs de marne et de grès alternants, un conglomérat à ossements de $0^m,45$ d'épaisseur, rempli de dents et d'os de poissons (*Acrodus* et ichthyodorulites), puis des grès avec des empreintes de plantes (*Equisetites columnaris*, *Calamites arenaceus*) et la *Posidonomya minuta*. A Bromsgrove, le *Dipteronotus cyphus* a été signalé (4).

Les mémoires de MM. Murchison et Strickland, que nous avons déjà cités, traitent aussi des caractères du trias dans le comté de Gloucester, où ils sont assez semblables à ceux que nous venons de décrire. Les marnes rouges occupent toute la partie sud de la bande; autour de Newnham et de Flaxby, ces marnes rouges et vertes recouvrent transgressivement l'*old red sandstone* et les roches siluriennes; à l'est et à l'ouest, elles passent au lias qui les surmonte. Cette disposition se voit très bien dans les coupes qu'a données sir R. Murchison en divers points de la vallée de la Severn; d'abord, en 1834, dans son travail sur la géologie des environs de Cheltenham (5), puis dans le *Silurian system*. Les figures 1, 2, 3, 4, 12, 13, 15, 17

Gloucestershire.

(1) H.-E. Strickland, *Report 19th meet. brit. Assoc. at Birmingham*, 1849. (Londres 1850), p 52 des *Transactions*.

(2) Id. *On pseudomorphous cristals*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IX, p. 5, 1852).

(3) *Notice of fossils from the keuper-sandstone*, etc. (*Ibid.*, vol. XI, p. 450, 1855).

(4) P. de Grey Egerton, *On a fossil fish from the upper bed of the new red sandstone*. (*Ibid.*, vol. X, p. 367, pl. 11, 1854.)

(5) Voy. aussi : *Outline of the geol. of the neighb. of Cheltenham*, 2e édit. revue par MM. J. Buckman et E. Strickland, avec carte et pl. de fossiles, 1845.

de la pl. 29; 3 et 10 de la pl. 30; 3, 4, 7, 8, 12, 13 et 14 de la pl. 36 de ce dernier ouvrage, en disent plus que les descriptions les plus étendues.

M. Weaver (1) a décrit aussi les marnes et les argiles rouges renfermant des rognons de strontiane, dans le district de Tortworth, où le passage des marnes rouges au lias peut être observé. Des deux côtés du chemin, à l'est de Wickwar, la série de ces couches marneuses jusqu'au grès rouge et de celui-ci au conglomérat magnésien est parfaitement continue. De son côté, M. Murchison a particulièrement examiné le caractère, la position et le régime des sources salées du pays qui, toutes, prennent leur origine dans le premier groupe, celui des marnes rouges, parallèles aux marnes irisées ou *Keuper* du continent. La présence de l'iode dans beaucoup d'entre elles indiquerait, d'après l'auteur, que ces roches sont des dépôts marins, malgré l'absence, du moins jusqu'à présent, de débris d'animaux ayant exclusivement vécu dans des eaux salées. Sur la carte géologique qui accompagne le *Silurian system*, on voit l'assise de grès, subordonnée aux marnes rouges du premier groupe, indiquée d'une manière presque continue à partir de Tewkesbury, sur le pourtour de la grande pointe que forme le lias vers le nord, à l'est de Worcester. Elle existe aussi sur la rive droite de la Severn, comme le montre la petite carte jointe à la seconde édition de la géologie des environs de Cheltenham. La présence de ce grès a fait diviser le groupe en trois étages : 1° marnes rouges supérieures (*upper red marl*) ; 2° grès (*keuper-sandstone*) ; 3° marnes rouges inférieures (*lower red marl*).

Comtés de Montmouth et de Glamorgan.

La distribution du trias sur les bords de l'estuaire de la Severn, au nord comme au sud, est subordonnée à celle du lias, qu'il accompagne plus ou moins constamment, et quelquefois en s'étendant beaucoup plus loin. Nous avons déjà dit (*antè*, vol. VI, p. 128) quelles étaient les difficultés que l'on rencontrait dans la description de ces dépôts. Sur la rive droite de la Severn, les marnes rouges d'abord, puis le grès rouge se montrent de Lidney et Woolaston à Tiddenham, en formant une bande continue le long du vieux grès rouge (*old red sandstone*), et bordant au-delà le calcaire carbonifère qui lui succède jusqu'aux marais de Caldicot. Après Cardiff, une zone découpée, discontinue, de grès rouge, se dirige E., O., entre les dépôts houillers au nord et le massif du lias qui borde la

(1) In *the Silurian system* de Murchison, p. 450.

côte au sud, pour venir se terminer au nord-ouest, un peu avant Margam-park. Cette bande triasique paraît être divisée en deux parties principales par un axe de vieux grès rouge et de calcaire carbonifère, dirigé N.-E., S.-O. entre Landaff et Bridgend. Le gypse se montre dans les falaises de Pennarth à Lovernock, et des géodes remplies de cristaux de sulfate de strontiane se trouvent dans l'île de Barry. Les conglomérats sont particulièrement développés près de Landaff et dans la vallée de l'Ely.

L'enchevêtrement des affleurements du lias, du trias, des dépôts houillers, du calcaire carbonifère et du vieux grès rouge, dans toute la partie sud-ouest du comté de Gloucester et nord-ouest de celui de Somerset, est tel, qu'il est encore plus difficile qu'au nord du canal de Bristol de s'en faire une idée exacte sans le secours d'une carte à une grande échelle (1). Dans le voisinage de cette dernière ville, la partie inférieure des grès qui recouvrent les couches houillères alterne avec des lits bleus ou verdâtres; l'argile rouge au-dessus renferme un peu de sulfate de baryte, des veines et même des lits de sulfate de strontiane, et, comme à l'ordinaire, du gypse. Au sommet des bancs calcaires qui forment la falaise des deux côtés de l'Avon est un grès jaune, d'aspect bréchoïde, dont les fentes contiennent de la chaux carbonatée et du sulfate de strontiane radié ou amorphe. A Redland, le lias horizontal recouvre cette roche. A l'ouest des limites extérieures du terrain houiller, les marnes rouges sont bien développées à Aust-cliff, le long de la rivière, où elles renferment des masses de gypse et sont aussi traversées par des veines de sulfate de strontiane. La falaise est également couronnée par le lias. Somersetshire.

On a vu (2) que les restes de poissons trouvés sur ce dernier point, dans la couche à ossements (*bones bed*), avaient fait rapporter ce dépôt au trias. On y rencontre, outre des écailles de *Gyrolepis Albertii* et *tenuistriatus*, des débris de sauriens, le tout reposant sur les marnes rouges et vertes du groupe triasique supérieur (3). Mais nous persistons à réunir cette couche au lias par les motifs que nous avons déjà donnés et sur lesquels nous aurons occasion de revenir en parlant du trias de la Bavière, du Wurtemberg et des pays voisins.

---

(1) Voy. *Anté*, vol. VI, p. 128.
(2) *Ibid.*
(3) P. de Grey Egerton, *A notice of occurrence of triasic fishes in british strata*. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 411, 1841).

Au sud, le trias s'appuie d'une part contre les collines carbonifères et dévoniennes de Mendip, de l'autre, contre les chaînes dévoniennes de Quantock et de Brandon. Le lias le recouvre en partie dans l'espace intermédiaire. Le gypse y est fort abondant dans les falaises de Watchett et près de Somerton ; il est rouge et blanc, en lits parallèles à la stratification et exploités à Blue-Anchor et au nord de Rydon (1). Conybeare rapportait à cette formation les conglomérats qui entourent la base des collines dévoniennes et dans lesquels on reconnaît des fragments qui en proviennent. Ces conglomérats se voient, comme les grès, dans toutes les vallées intermédiaires et dans celle qui borde à l'ouest les collines de Quantock. Ils s'élèvent aussi sur les pentes jusqu'à une certaine hauteur et couronnent même les sommets où l'on trouve des fragments de roches de transition, siliceuses, schisteuses et calcaires, cimentées par une argile rouge foncée et constituant des masses d'une extrême dureté. Les fragments calcaires sont quelquefois assez abondants pour être exploités comme pierre à chaux ; le cuivre sulfuré et carbonaté vert s'y rencontre également.

Les grès appartiennent au groupe supérieur du trias qui occupe toute la riche vallée de Taunton, et de là s'étend au sud dans le Devonshire. Sur la carte de Greenough et sur celle de M. Murchison (1843), ce groupe domine beaucoup dans le sud-ouest du Gloucestershire comme dans le nord-est du Somerset ; mais sur le pourtour des collines de Quantock et de Brendon, ou à partir de la rive gauche de la Tone, le second, celui du nouveau grès rouge, semble régner seul jusqu'à la côte, se prolongeant au N.-O. pour former une pointe longue et étroite, resserrée entre des collines paléozoïques jusqu'à Porlock.

M. D. Williams (2), dans sa note sur les marnes salifères et gypseuses du nouveau grès rouge, pense que l'association des marnes panachées, du sel, du gypse et des calcaires magnésiens à divers niveaux, résulte d'une cause commune qui serait une action d'origine ignée ou volcanique. La présence de roches pyrogènes dans les marnes et

(1) De la Bèche, *Report on the geol. of Cornwall, Devon and W. Somerset*, p. 193, in-8°. London 1839. — Voy. aussi Horner, carte du Somersetshire. *Transact. geol. Soc. of London*, 1re série, vol. III, pl. 23-24, 1816. — Buckland et Conybeare, *ib.*, 2e série, vol. I, pl. 38, 1824.

(2) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 365, 1844. — *Quart. Journ.* id. vol. I, p. 448, 1845.

les calcaires carbonifères justifierait, suivant lui, cette hypothèse pour le Somerset.

Devonshire. A partir de la vallée ou plaine de Taunton, le trias occupe au sud, jusqu'à la côte, la plus grande partie du bassin de l'Exe et de ses affluents, puis ceux de l'Otter et de l'Axe à l'est, couronné d'abord par le grès vert des collines de Black-Down, et disparaissant ensuite sous le lias de la vallée de l'Axe. A l'ouest, il s'étend sur presque tout le littoral de l'embouchure de l'Exe jusqu'à Torbay. Il s'appuie dans cette dernière direction sur le système dévonien, mais sa limite est fort découpée, et ses bords sont très irréguliers. Ainsi à la hauteur de Tiverton, il forme une première pointe à l'ouest ; autour de Collumpton, il est interrompu par plusieurs îlots de roches anciennes ; à partir de Silverton, il forme une seconde pointe à l'ouest beaucoup plus étendue que la précédente, remontant jusqu'à Exborn et Jacobson, en traçant un véritable *fiord* étroit, sans aucun rapport avec l'orographie actuelle du pays. Au-dessous d'Exeter, il suit encore une sorte de golfe élargi, au fond duquel il se rapproche beaucoup des granites de Dartmoor et forme plusieurs sinuosités en se dirigeant au sud avant d'atteindre la côte de Torbay. Sur la carte de Greenough, toute la portion du trias qui se trouve au sud de Taunton ou à partir de la rive droite de la Tone et ce qui se trouve à l'est de la Culm jusqu'à sa jonction avec l'Exe est colorié comme appartenant au premier groupe (*red marl*), tandis que ce qui est à l'ouest de la Culm et au sud de l'Exe appartiendrait au second ; il en est de même sur la carte de M. Murchison.

Cette formation avait été déjà étudiée avec soin par Conybeare (1) et nous renverrons le lecteur au travail plus complet encore qu'il a inséré dans son ouvrage publié avec W. Phillips en 1822 (2). Une note de de la Bèche (3) sur les roches trappéennes associées avec le nouveau grès rouge du Devonshire, et une autre de M. R.-A.-C. Austen (4) sur la partie sud-est du même comté, se rapportent plus particulièrement au conglomérat inférieur, sur l'âge duquel nous n'avons pas de données certaines, mais qui pourrait bien être permien. De la Bèche lui-même compare au *rothe todte Liegende* de

(1) *Annals of philosophy*, avril 1821.
(2) *Outlines of the geol. of England and Wales*, p. 291-298, in-8, 1822, avec carte et coupes.
(3) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 196, 1835.
(4) *Ibid.*, vol. II, p. 584, 1837.

l'Allemagne les couches les plus basses, et au zechstein le conglomérat placé dessus.

En s'avançant de l'E. à l'O., M. Austen (1) a reconnu : 1° des marnes avec des lits de gypse s'étendant jusqu'à Sydmouth ; 2° des grès développés, surtout entre cette ville et Dawlish ; 3° des cailloux roulés et des conglomérats. Ces diverses roches ne paraissent pas occuper un niveau constant et passeraient les unes aux autres ; leurs éléments sont en général plus volumineux sur la limite occidentale de la formation. L'auteur donne beaucoup de détails sur les modifications de ces diverses assises, leurs teintes et leur structure. Ainsi dans le voisinage de Sydmouth, le grès à grain fin, parfaitement schisteux, court du N.-O. au S.-E. et plonge au S.-O.; il est coupé par des plans de joints verticaux dirigés N., S. et plus ou moins espacés ; ailleurs ces mêmes plans sont traversés par un autre système de fentes qui, avec les joints de stratification, divise la masse en octaèdres ; on n'y trouve point d'ailleurs de débris organiques.

De son côté, de la Bèche (2) avait apporté une attention particulière à l'étude des produits ignés qui se sont fait jour après le dépôt des conglomérats inférieurs et qui ont été recouverts par d'autres conglomérats où l'on rencontre, indépendamment des fragments de roches de transition, des débris de ces mêmes produits ignés. Tels sont ceux de Washfield au nord de Tiverton, de Sidborough près de Loxbers, etc. ; ces roches sont d'ailleurs très variables, tantôt porphyritiques, tantôt et plus ordinairement scoriacées. Elles paraissent intercalées dans les couches sédimentaires, et alterner avec elles plutôt que les avoir traversées et pénétrées, de sorte que la contemporanéité des unes et des autres se trouverait constatée. Le long des affleurements des produits ignés, l'auteur signale, surtout dans la partie nord, une sorte de sable assez analogue aussi à une cendre volcanique et qui aurait été rejeté comme les cendres des volcans actuels par quelque fissure ou même par un cratère aujourd'hui complétement masqué.

---

(1) *On the geol. of the south-east of Devonshire.* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ série, vol. VI, p. 453). — Voy. aussi : *Manuel géologique* de de la Bèche, traduct. française, p. 485 et suiv., 1833.

(2) *Report on the geol. of Cornwall*, etc. p. 193, avec cartes et coupes. Londres, 1839.—Voy. aussi : *Antè*, vol. VI, p. 134, pour les coupes du littoral des environs de Lyme-Regis.

L'épaisseur totale du système paraît être beaucoup plus considérable au sud qu'au nord du Devonshire, et, de diverses considérations, de la Bèche conclut que le massif granitique de la forêt de Dartmoor devait être émergé avant son dépôt.

(P. 219.) Les fossiles manquent complétement dans les conglomérats et les grès; quelques écailles de poissons ont été observées avec des morceaux de bois dans la partie supérieure des marnes rouges; depuis lors, on a recueilli dans les couches à ossements placées à la base du lias d'Axmouth, et que nous avons dû rappeler aussi en parlant de ce dernier, 15 espèces de poissons, aucune desquelles n'est connue dans le trias du continent. Néanmoins M. Egerton (1) pense que ces espèces, différentes de celles du lias, ont au contraire les caractères généraux des poissons de la période précédente, et doivent y être rapportées. La couche qui les renferme repose, comme à Aust-Cliff, etc., sur les marnes rouges et vertes du trias, et doit être aussi réunie au lias, les caractères ichthyologiques, ici comme en France et en Allemagne, nous paraissant moins importants que ceux du reste de la faune qu'on y rencontre.

L'élévation des collines formées par le trias du Somerset et du Devonshire est peu considérable. Ainsi la ligne de partage des eaux qu'il occupe, entre le canal de Bristol et la côte méridionale, ne dépasse pas 100 à 130 mètres.

Zone nord-ouest. — Derbyshire, Staffordshire et Shropshire.

Au centre même de l'Angleterre, le trias occupe dans les comtés de Derby, de Stafford et de Salop, une surface considérable qui, comme nous l'avons dit en commençant, réunit la zone orientale à la zone occidentale, et fait voir que les eaux triasiques, entourant le calcaire carbonifère du Derbyshire, le séparaient complétement pendant cette période des roches contemporaines et plus anciennes des comtés de l'ouest et du pays de Galles.

On peut remarquer aujourd'hui une disposition rayonnante, assez singulière, des principaux accidents géologiques de cette région, qui semblent concourir vers un point élevé situé dans le district carbonifère du Staffordshire, entre Leek et Buxton. Ainsi, en partant du nord-ouest, on trouve l'îlot liasique d'Audlem à Wem entouré de dépôts de marne rouge et de grès rouge formant une ellipse allongée du N.-E. au S.-O. Les lignes anticlinales marquées à peu de distance sur la carte de M. Murchison (2), et qui passent par les points les

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 411, 1841.
(2) *The Silurian system*, etc.

plus élevés de la contrée (Asley-Heath, 244$^m$,67 ; Hawkston-Hills, 247 mètres), sont à peu près dirigées de même. Les dépôts carbonifères, les schistes anciens et les dykes de trapp, à l'est de Shrewsbury, courent sensiblement N.-E., S.-O.; toute la longue crête de Wenlock-Edge, les trapps de Wrekin et les failles principales du bassin de Coal-Brook-Dale, comme le bassin lui-même, courent d'abord N.-E., S.-O., puis se redressent au N.-N.-E. Le bassin houiller de Dudley se relève encore un peu plus, et son grand axe paraît être sensiblement N. 10° E., S. 10° O. Le bassin houiller de Tamworth à Coventry est allongé du N.-N.-O au S.-S.-E.; celui d'Ahsby de la Zouch, avec le massif de la forêt de Charnwood, s'étend de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., ainsi que les pointes carbonifères et liasiques qui resserrent le détroit triasique de Nottingham. Le concours de ces accidents stratigraphiques vers un massif élevé, situé sur les limites du Derbyshire, du Staffordshire et du Cheshire, point d'où descendent aussi, dans des directions opposées, la Dane, la Goyt, la Dove, la Wye et le Churnet, n'est certainement pas dû au hasard, et il nous paraîtrait intéressant d'étudier cette région pour y découvrir un système de brisures et de dislocations en rapport avec ces accidents étoilés et avec la grande ligne N.-N.-O., S.-S.-E. du système carbonifère du Derbyshire et du Yorkshire.

La description déjà ancienne qu'a donnée Conybeare (1) de l'extension et des limites du nouveau grès rouge dans la partie sud du Derbyshire, le long du système carbonifère, ne s'accorde pas avec ce que montrent les cartes géologiques publiées depuis. D'après ces dernières, une droite tirée E., O. de Nottingham à Uttoxeter, et passant par Derby, serait une sorte de moyenne au nord de laquelle s'étendraient encore cinq ou six petites pointes triasiques, et au sud un nombre à peu près égal de petits promontoires de dépôts houillers, de calcaire de montagne ou de millstone grit. Suivant Conybeare, au contraire, non-seulement tout cet espace appartiendrait au trias, mais encore celui-ci s'étendrait au nord et au nord-ouest jusqu'aux montagnes au delà d'Ashborne, ne laissant apparaître au sud qu'un ou deux îlots de roches anciennes. On peut supposer, pour expliquer ces différences, que les couches rapportées actuellement au millstone grit avaient été rangées alors en grande partie dans le trias. Les grès du second groupe existeraient seulement vers le fond des vallées inférieures qui descendent du massif carbonifère, et

(1) *Outlines of the geol. of England*, etc., p. 284.

dans le voisinage même de la Dove et de la Trent, où se montre aussi le grès supérieur.

Des dépôts considérables de gypse accompagnent les marnes rouges, et quelques-uns sont exploités : tels sont ceux des environs de Chellaston, au sud-est de Derby, d'Ashton, de Ballington-Hill, etc. On rencontre cette substance seulement par places, en nodules ou en amas, dans des collines isolées et plus élevées que celles qui n'en renferment pas ; elle constitue aussi quelquefois des lits très minces finement striés. Lorsqu'on se dirige à l'ouest, le même groupe occupe la basse région située entre les vallées de la Dove et de la Trent. Près de leur confluent, le gypse est exploité sur plusieurs points, et les sources salées abondent non loin de la Trent, à Weston, près de Stafford, où des ateliers ont été établis pour l'extraction du sel. A peu de distance des sources de la branche occidentale de cette même rivière, la grande plaine centrale du trias se joint à celle qui occupe presque tout le Cheshire, la portion méridionale du Lancashire et la partie nord du Shropshire, arrosée par la Dee, la Waver et la Mersey. Les vallées de ces trois rivières sont occupées par les marnes rouges, et présentent dans toute leur étendue de nombreuses sources salées.

M. Murchison (1) a fait remarquer que malgré la fréquence de ces dernières, le gypse est peu répandu dans les marnes rouges et vertes d'où elles sourdent. Les grès rouges du second groupe sont très développés au nord de Shrewsbury, dans le Shropshire et dans le Staffordshire. Le sol y est stérile par suite de la grande quantité de cailloux de quartz provenant du conglomérat. Les poudingues à éléments calcaires qui viennent au-dessous, comme le grès rouge de la base, appartiennent au système permien.

Après avoir signalé les lignes d'élévation et de dislocation manifestées dans le trias de ces deux comtés, puis traité des dykes de trapp qu'on y observe à Acton Reynolds, près de Shrewsbury, le même savant (2) conclut : 1° que certains trapps ont surgi pendant le dépôt des roches de transition ; 2° que d'autres ont apparu après la consolidation de ces mêmes roches, en les redressant, les disloquant et en y apportant des veines métallifères ; 3° que cette période d'activité

---

(1) *A general view of the new red sandstone*, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 106, 1835).

(2) *On certain lines of elevation and dislocation*, etc. (*Ibid.*, p. 193).

était antérieure aux dépôts houillers reposant transgressivement sur les précédents; 4° que d'autres produits ignés semblables sont arrivés au jour à une époque beaucoup plus récente, suivant aussi une de ces anciennes lignes de rupture; 5° enfin que les grandes dislocations produites sur le pourtour de la formation carbonifère du centre de l'Angleterre sont postérieures au nouveau grès rouge.

Dans le voisinage du bassin houiller de Coal-Brook-Dale, le groupe supérieur des marnes rouges et vertes manque; le second est composé de grès rouge, de marnes et de conglomérats à gros fragments de quartz rouge et blanc, de roches pyrogènes de Wrekin, de calcaire carbonifère, de grès et de nodules ferrugineux provenant probablement des dépôts houillers (1).

Le second groupe, celui du grès bigarré, est très développé dans cette région, et des grès en dalles, rouges, marneux, très calcarifères, y sont associés dans le Shropshire. Ces bancs, inférieurs aux argiles salifères, se voient particulièrement aux environs de Boughton; ils reposent sur les grès solides de Clive, de Grinshill et d'Hawkstone, occupant ainsi, suivant M. Murchison (2), la place du muschelkalk. Les grès de la chaîne qui comprend les collines de Clive et d'Harmour plongent faiblement au N.-N.-O., et renferment çà et là des taches de carbonate vert de cuivre. Entre Kidderminster et Clint-Hill, dans les collines qui entourent le bassin houiller de Dudley et dans le nord du Staffordshire, le grès comprend des conglomérats avec des cailloux de quartzite, soit siluriens, soit du vieux grès rouge; ce poudingue, qui se désagrége facilement, a recouvert de ses débris des surfaces considérables entre Wolverhampton et Cannock-Chase, comme de Birmingham à Bridgenorth; aucun fossile n'y a été rencontré. Nous renverrons le lecteur aux excellentes coupes données par M. Murchison, coupes qui mettent dans une évidence parfaite les relations du trias avec les roches carbonifères ou plus anciennes du Staffordshire méridional et du Shropshire (3).

(1) J. Prestwich, *Geology of Coal-Brook-Dale* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ série, vol. V, p. 447).

(2) *The Silurian system*, p. 36. — Les couches de marne rouge de Grinshill, près de Shrewsbury, ont présenté des ossements et des empreintes d'un reptile lacertien (*Rhynchosaurus articeps*), décrit par M. R. Owen (*Transact. of the Cambridge philos. Soc.*, vol. VII, part. III, 1842).

(3) *The Silurian system*, pl. 29, 30, 37, part. II, 1839.

M. J. B. Jukes (1) a aussi cherché à établir la chronologie des accidents survenus dans les roches de divers âges du Staffordshire méridional, mais nous ne savons point précisément à quel niveau appartiennent les empreintes végétales supposées marines (fucoïdes) signalées par M. J. S. Dowes (2), dans le nouveau grès rouge entre Birmingham et Walsall.

Des comtés du centre, le trias s'étend à travers le Cheshire jusqu'à la côte, limité à l'est et en partie au nord et à l'ouest par les dépôts carbonifères du Derbyshire, du Lancashire et du Flintshire, dont il est seulement séparé par une bande étroite de roches permiennes. Cet espace est arrosé par la Die, la Waver et la Mersey. Le centre du bassin que parcourt la Waver et ses affluents est surtout occupé par les marnes rouges et vertes du groupe supérieur; le second groupe en forme les parois, en contact avec les roches plus anciennes. C'est dans ce bassin, aux environs de Northwich, qu'ont été rencontrés deux bancs de sel gemme d'une épaisseur totale de 18m,27. Ils paraissent y former de grandes masses isolées ou lentilles d'un mille et demi de long sur 1300 mètres de large; d'autres bancs de la même substance, mais moins importants, sont encore connus dans la vallée. La coupe suivante des couches traversées à Witton, près de Northwich, fait connaître la composition de la partie supérieure du groupe à partir de la surface du sol (3): Cheshire.

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Marnes calcaires.. | 1,55 |
| 2. Argile rouge endurcie | 1,36 |
| 3. Argile bleue endurcie avec sable. | 2,12 |
| 4. Marne argileuse. | 0,30 |
| 5. Argile bleue endurcie.. | 0,30 |
| 6. Argile rouge avec du sulfate de chaux irrégulièrement disséminé | 1,21 |
| 7. Argile brune, endurcie, avec des grains de gypse disséminés. | 1,21 |
| 8. Id. avec du gypse cristallin en masses irrégulières | 3,64 |
| *A reporter.* | 11,69 |

(1) *Report* 19th *meet. Brit. Associat. at Birmingham*, 1849 (Londres 1850), p. 55.

(2) *Report* 12th *meet. Brit. Associat. at Manchester*, 1842 (Londres, 1843), p. 47.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, 1re série, vol. I, p. 62. — Conybeare et Phillips, *Outlines*, etc., p. 285. — Holland, carte des environs de Northwich (*Transact. geol. Soc. of London*, 1re série, vol. I, 1811).

| | Mètres. |
|---|---|
| *Report.* . . . | 14,69 |
| 9. Argile bleue endurcie avec gypse. . . . . . . . . . . | 1,36 |
| 10. Marne argileuse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,21 |
| 11. Argile brune endurcie, schistoïde avec gypse . . . . . | 0,91 |
| 12. Id. avec lamelles de gypse. . . . . . . . . . . . . . | 0,91 |
| 13. Argile rouge et bleue endurcie. . . . . . . . . . . . | 3,64 |
| 14. Argile brune endurcie avec sable et gypse irrégulièrement disséminé. . . . . . . . . . . . . . . . | 3,90 |
| 15. Marne argileuse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,52 |
| 16. Argile bleue endurcie avec sable et grains de gypse. . | 1,13 |
| 17. Argile brune endurcie avec un peu de gypse . . . . . | 4,55 |
| 18. Id. blanche avec id. . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,45 |
| 19. Id. brune avec id. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2,12 |
| 20. Premier banc de sel gemme. . . . . . . . . . . . . . | 22,84 |
| 21. Argile endurcie avec veines de sel. . . . . . . . . . | 9,71 |
| Total. . . . . . . . | 69,91 |

Le second banc de sel a été constaté à 32 et 33 mètres au-dessous.

M. W. G. Ormerod (1), en décrivant la position qu'occupe le sel dans la partie supérieure de la formation, a cru devoir rejeter les opinions de ses prédécesseurs, MM. Holland, Ch. Lyell, Murchison et Daubeny, sur le mode de formation de cette substance, l'eau, suivant lui, n'ayant pas pu être chargée de sel à la partie supérieure de la masse, puisque les lits sont rarement perméables, et que s'ils l'étaient, la quantité dissoute serait trop faible. A Northwich, Middlewich, Nantwich et Wintford, le sel contient de l'iode, du brome, du chlorure de chaux, de la magnésie, du sulfate de chaux et une matière insoluble non déterminée. La substance qui colore le sel en rouge n'a pas non plus été étudiée. La proximité des grandes failles qu'on observe dans cette région et la présence des trapps à une faible distance lui font attribuer l'origine du sel à des phénomènes ignés.

Dans un autre travail, le même observateur (2) a décrit longue-

(1) *Geol. Soc. of Manchester*, 31 mars 1842. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 534, 1842. — *The Geologist*, 1842. — Horner, carte du district salifère au sud-ouest de Liverpool, et des Malvern-Hills (Worcestershire). (*Transact. geol. Soc. of London*, 1re sér., vol. I, 1811).

(2) *Outlines of the principal geol. features of the salt field of Cheshire* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 262, 277, 1848, avec carte et coupes). — De la Bèche, *Address delivered*, etc., 1849, p. 29.

ment les failles qui ont accidenté le sol du Cheshire, et a encore plus insisté sur les travaux exécutés pour la recherche des eaux salées ou du sel lui-même. Comme presque partout, le sel se présente fréquemment dans ce groupe. La partie où il a été le plus exploité s'étend en ligne droite, de l'E. à l'O., à travers le comté. Quant à l'extension et à la direction des dislocations, elles sont encore peu connues, les districts voisins, au nord et au sud, n'ayant pas été explorés. A l'est de Lawton, une ligne anticlinale court N., S., passant à travers les dépôts houillers brisés sur le prolongement occidental, et portés au contact des couches salifères. Ces dislocations affectent d'ailleurs à la fois le bassin houiller du nord du Staffordshire, le principal bassin du Cheshire et une portion considérable du Cheshire central. A peu d'exceptions près, le sel a été rencontré dans une large dépression comprise entre le côté occidental de la ligne anticlinale qui passe par Mow-Cap, les chemins de Peck-Forton-Hills et Delamers. Le long de ces chaînes, une brisure passe du S.-O. au N.-E., et limite les gisements de sel de Northwich pour continuer par Rosthorn. Les sources salées isolées d'Aldersey, de Millbank, de Woolstone et de Walden doivent être attribuées à des brisures qui apportent dans ces districts les eaux de divers autres points du pays, et qui se continuent en passant des districts salifères dans ceux où l'on n'a constaté aucune trace de sel.

Les couches qui contiennent cette substance sont particulièrement développées suivant une ligne qui va de Mow à Middlewich et Northwich, et le long de la basse vallée de la Waver à Frodsham. Au-dessus de Congleton, le long de la Dane, le gypse affleure en stratification concordante avec les couches de *waterstones*. A Frodsham même et sur le Bollin, près de Castle-Hill, les bancs de gypse recouvrent aussi les dépôts salifères, de sorte que le sulfate de chaux se montre à la fois au-dessus et au-dessous du sel. L'épaisseur des marnes rouges supérieures au gypse n'a pu être estimée avec précision. A Bug-Law, tout près de Congleton, les bancs de gypse ont été rencontrés à 110 mètres ; à Church-Lawton, les couches salifères l'ont été à 88$^m$,25 plus bas, sans qu'on ait atteint les couches les plus inférieures du groupe qui, en cet endroit, a 198$^m$,25 d'épaisseur. Comme à Northwich, les couches de gypse sont à 152 mètres et celles de Middlewich, placées dessous, ont été traversées sur 94 mètres, ce qui donne une épaisseur totale de 246 mètres. La profondeur moyenne atteinte paraît être de 213$^m$,29. Les assises de la division inférieure ou *waterstones* placées au-dessous



du gypse ont environ 122 mètres, et le grès bigarré encore plus bas aurait au delà de 183 mètres. Les marnes qui paraissent être permiennes ont été rencontrées à Huy-Bridge et à Paynton. Quant à la puissance totale du nouveau grès rouge du Cheshire, elle dépasserait 520 mètres.

M. E. W. Binney (1) divise les formations triasique et permienne du Cheshire et du Lancashire de la manière suivante :

1. Marnes rouges supérieures comprenant, d'après M. Ormerod (2):
*a*. Marnes rouges et panachées, épaisseur inconnue.

| | Mètres. | |
|---|---|---|
| *b*. Marnes gypseuses et salifères | 243,76 | trias. |
| *c*. *Waterstones* | 140,15 | |
| 2. Grès bigarré (*Bunter Sandstein, upper new red*) | 182,82 | |
| 1. Marnes rouges panachées et lits minces fossilifères | 64,00 | format. permienne |
| 2. Nouveau grès rouge inférieur (épaisseur *maximum*) | 36,56 | |

Il y a quelquefois une discordance entre les assises *b* et *c*, mais cette dernière est concordante avec le groupe sous-jacent qui passe aussi graduellement aux étages permiens, et qui plus ordinairement repose sans intermédiaire sur les couches carbonifères.

De son côté, M. Ed. Hull (3), dans une coupe de la presqu'île de Wirral qui sépare les embouchures de la Dee et de la Mersey, divise le *nouveau grès rouge supérieur* (*Bunter Sandstein*), ou grès bigarré, en trois assises qui sont, à partir des *waterstones*, base du premier groupe comme on vient de le voir :

1. Grès bigarré supérieur tendre, sans cailloux.
2. Grès rouge grossier et conglomérat.
3. Grès bigarré inférieur tendre, sans cailloux.

Ces divisions conservent leurs caractères stratigrafiques sur de très grandes étendues, et, bien que certaines d'entre elles manquent quelquefois, celles qui persistent sont toujours reconnaissables.

---

(1) *On the relations of the new red sandstone to the carboniferous strata* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 12, 1846).

(2) *Report of the council of the Manchester geol. Soc. for* 1842-43.

(3) *Abstract of paper explanatory of a geological section*, etc. (*Report of meet. Brit. Associat. at Liverpool*, 1854, p. 87 des *Transactions*).

Par suite des travaux du *Geological Survey*, auquel il est attaché, l'auteur a constaté l'existence d'un très grand nombre de failles et calculé le déplacement dont chaque assise a été affectée. Le long de sa coupe, sont marquées 9 failles qui courent approximativement N., S. La proportion du déplacement varie de 320 à 25 mètres. L'épaisseur totale du grès bigarré, à partir de la base du premier groupe, ou des marnes irisées, paraît être de 420 à 450 mètres. Dans les comtés situés sur ses bords, le grès bigarré est le plus épais; dans ceux de Nottingham, de Derby, de Stafford et de Leicester, la première et la troisième assise sont très réduites ou manquent même tout à fait, et le groupe entier est représenté par la seconde, qui est une sorte de grès ou de conglomérat avec de gros cailloux quartzeux et dont l'épaisseur varie de 30 à 60 mètres.

Les couches de poudingues et les *waterstones* de la base des marnes rouges sont deux horizons de roches clastiques, souvent calcaires, et le second groupe, pris en masse, peut être considéré comme un grand dépôt de sable bigarré sans cailloux, divisé en deux parties presque égales par des grès durs, solides, à gros grains et généralement caillouteux. Les études très détaillées auxquelles s'est livré M. Hull permettent d'assigner aujourd'hui la profondeur à laquelle il faudrait percer le trias pour atteindre, en chaque point du pays, la formation carbonifère placée dessous.

La présence d'empreintes de pas de reptiles batraciens rapportés au genre *Cheirotherium* a souvent été signalée dans la péninsule de Wirral, d'abord par M. J. Cunningham (1), dans le grès rouge de Storeton-Hill, puis par M. P. de Grey Egerton (2). M. Cunningham (3) a fait connaître, provenant de carrières de la même localité, des empreintes qui paraissent dues à des oiseaux de la tribu des Gralles ; ce sont des moules en relief produits par de petits enfoncements de la surface supérieure d'un lit mince d'argile placé sous le banc de grès; on en voit de plusieurs dimensions. L'auteur a cru distinguer aussi, dès 1839, des empreintes de gouttes de pluie *fossiles* à la surface de ce même grès (4). Les plaques de grès des carrières de Weston, près de Runcorn, à l'embouchure de la

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 12, 1838.
(2) *Ibid.*, p. 14.
(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, 410, 1846.
(4) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol III, p. 99.

Waver, ont présenté à M. J. Black (1) des empreintes de pas d animaux, peut-être de batraciens (*Rhynchosaurus*), puis de lacertiens et de tortues. A Lymm, dans une carrière ouverte à moitié chemin d'Altringham à Warrington, M. R. Rowlison (2) a observé des empreintes de pieds d'animaux sur une roche rouge; ces mêmes carrières ont aussi offert à M. Hawkshaw (3) des empreintes de *Cheirotherium* très complètes à la surface de presque tous les bancs de grès.

**Flintshire et Denbigshire.** Sur les anciennes cartes géologiques, toute la vallée de la Clwyde qui, à l'ouest, sépare les comtés de Flint et de Denbig, est occupée par le vieux grès rouge (*old red sandstone*), mais sur l'édition de 1839 de la carte de Greenough, comme sur celle de M. Murchison (1843), et sur celle annexée au *Silurian system* de ce dernier, cette surface est coloriée comme appartenant au nouveau grès rouge; nous n'avons d'ailleurs aucune donnée sur sa composition ni sur ses caractères particuliers. Le trias paraît être bordé immédiatement de chaque côté de la vallée, par le calcaire carbonifère.

**Lancashire.** Le trias s'étend au delà de la Mersey en formant d'abord un golfe où se trouve Manchester, circonscrit par une zone permienne et par les dépôts houillers; ceux-ci, descendant au S.-O., vers Liverpool, sont entourés d'une manière continue, à l'est de cette ville, par le trias, qui trace ensuite une zone assez large dirigée au N. par Preston et Lancastre, bordée à l'ouest par les plages basses et marécageuses qui longent la côte depuis la baie de Liverpool jusqu'à celle de Lancaster et au delà.

Aux environs de Manchester, M. E. W. Binney (4) a distingué les marnes supérieures (*upper red marl*) qu'on n'observe que sur un petit nombre de points du Lancashire. Elles sont peu développées et passent vers le bas au nouveau grès rouge supérieur (*upper new red sandstone*) ; celui-ci se montre au contraire sur des espaces considérables à Stockport, au sud-est de Manchester : c'est un grès

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 65, 1845.
(2) *Ibid.*, vol. IX, p. 37, 1852.
(3) *Report 12th meet. Brit. Associat. at Manchester*, 1842 (Londres, 1843), p. 56.
(4) *Sketch of the geol. of Manchester* (*Transact. of Manchester geol. Soc.*, vol. I, p. 35, 1841). — *The Mining journ.*— Suppl. au nº 338, 1842.— *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 224, 1842.

rouge à grain fin employé pour les meules; il plonge à l'O.-S.-O., et est connu sur une épaisseur de plus de 170 mètres. Quelquefois il paraît reposer sur les dépôts houillers; le plus ordinairement il en est séparé par les deux étages permiens (calcaire magnésien, marnes rouges et panachées et nouveau grès rouge inférieur).

Dans un mémoire fort étendu sur la série du *new red sandstone* du bassin de l'Eden et des côtes nord-ouest du Cumberland et du Lancashire, M. Sedgwick (1) a décrit à la fois les dépôts rangés exclusivement depuis dans le trias et ceux qui représentent le système permien. Il n'est pas très facile de séparer dans sa description ce qui appartient à chacun de ces systèmes, d'autant plus que l'auteur s'étend fort longuement sur le plus ancien, dont nous n'avons pas à nous occuper ici. Pris dans son ensemble et tel qu'il le comprend, le nouveau grès rouge occupe d'abord un triangle dont le sommet serait près de Bourgh ou de Kirby-Stephen, et la base formée par le golfe de Solway, c'est-à-dire l'espace que l'Eden parcourt dans toute sa longueur, puis une bande qui suit la côte occidentale de Saint-Bees-Head à la rivière Dudden et même jusqu'à Cartmel, à l'embouchure de la Kent. Vers les dernières ramifications de l'Eden, le système repose, à stratification discordante, sur le calcaire carbonifère. A Saint-Bees-Head, les roches permiennes sont surmontées de bancs épais, altérés, brisés, d'un aspect ruiniforme que l'auteur compare au nouveau grès rouge le mieux caractérisé du Cheshire, du Lancashire, et qui représenterait ici le grès rouge supérieur, équivalent du grès bigarré. Quant aux marnes rouges supérieures avec gypse, elles ne se montrent point sur la côte.

Les cartes géologiques anciennes comprennent sous une même teinte les systèmes triasique et permien. La seconde édition de celle de Greenough (1839) représente toute la vallée de l'Eden proprement dite comme étant remplie par les marnes rouges supérieures (marnes irisées), et bordant à l'est le système carbonifère d'une manière continue. Au sud-ouest de la vallée de Peterhill à Maryport règne seul le système permien (grès rouge, marnes et conglomérats magnésiens). La côte du Lancashire, depuis Whithaven jusqu'à Cartmel, appartient au second groupe (nouveau grès rouge supérieur,

---

(1) *On the new red sandstone series*, etc. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ série, vol. IV, p. 389, 1836 (lu en 1832), avec planches de coupes).

grès bigarré). La petite carte de M. Murchison (1843) montre au contraire le système permien bordant d'une manière presque continue le système carbonifère du bassin de l'Eden, et se prolongeant seulement au nord jusqu'à la hauteur de la forêt de Gelstdale; il s'étend à l'ouest jusqu'à Maryport, occupe tout le promontoire de Whithaven jusqu'à Saint-Bees, et joint encore au sud-est les bords de la petite rivière de la Calder; tout le reste est colorié comme appartenant au nouveau grès rouge supérieur seul ou grès bigarré (*upper new red sandstone*).

Dans l'île de Man, la distribution de ce dernier est assez peu déterminée aussi. D'après la carte de Conybeare (1822), il forme deux îlots : l'un au nord-est, l'autre au sud-ouest. Sur la première édition de la carte de Greenough et sur sa réduction, il occupe toute la partie nord et basse de l'île et trois îlots épars à la surface du terrain de transition, tandis que sur l'édition de 1839 il forme une ceinture continue autour de ce dernier, qui occupe seul la côte occidentale de Peeltown à Port-Erin. La région basse du nord, appelée le Curragh, ne serait qu'une plage sablonneuse et marécageuse de l'époque actuelle.

**Résumé des travaux du *Geological Survey*.**

M. Edw. Hull, dont nous avons déjà cité un travail sur le trias du Cheshire, ayant bien voulu nous adresser, au mois de novembre 1857, sur la formation triasique du centre et de l'ouest de l'Angleterre, une note manuscrite, résumant ses propres recherches et celles de ses collaborateurs du *Geological Survey*, MM. Aveline et Howell, nous reproduirons ici ce travail comme l'expression la plus exacte de ce qu'on sait actuellement sur ce sujet.

Les études des dépôts triasiques et permiens sont actuellement complètes depuis la limite sud du Yorkshire jusqu'au bord du terrain houiller du Lancashire. Dans toute cette étendue, les divisions proposées en 1854 par M. Hull ont pu être tracées, et les conclusions relatives à l'épaisseur de la formation en un point donné, la direction et le nombre des failles, ainsi que les diverses questions sur la profondeur et la richesse des dépôts houillers sous-jacents, ont été déduites avec un degré de certitude qui dépasse ce qu'on aurait pu espérer il y a quelques années.

Le tableau ci-joint indique les divisions du trias telles qu'elles ont été adoptées dans le *Geological Survey* des îles Britanniques :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Trias. | Marnes irisées. | 1. Marnes rouges (*red marl*) avec un banc de grès subordonné (*Keuper sandstone*). — Marnes grises et rouges avec un ou deux bancs de grès gris et blanc (*Estheria* ou *Posidonomya minuta*). . . . . . . . . . . . | 152 à $457^{m}$ |
| | | 2. *Waterstones* ou grès inférieur des marnes irisées. — Grès brun et blanc et argiles schisteuses avec brèche calcaire. . . . . | 15 à 90 |
| | Muschelkalk. | Manque. | |
| | Grès bigarré. | 1. Grès bigarré supérieur (*upper variegated sandstone*). — Grès jaune, rouge clair, tendre, sans cailloux. . . . . | 0 à 122 |
| | | 2. Poudingues. — Grès rouge à gros grains avec cailloux et poudingues quartzeux. . . . . . . | 0 à 152 |
| | | 3. Grès bigarré inférieur, sables meubles, bigarr., sans cailloux | 0 à 152 |

Toutes ces divisions atteignent leur maximun d'épaisseur dans le Cheshire et le Lancashire; elles s'atténuent et disparaissent même quelquefois dans le Nottinghamshire, le Leicestershire et le Warwickshire, de sorte qu'elles diminuent d'importance du N.-O. au S.-E.

Nous n'insisterons pas sur le premier étage des marnes irisées, qui a été, comme on l'a vu, fréquemment décrit par d'autres géologues, et dont les caractères sont très uniformes dans toute l'Angleterre ; mais M. Hull fait remarquer que, d'après ses propres observations, la position de la couche de sel du Cheshire paraît être près de la base de cet étage. Marnes irisées.

L'expression de *waterstones* a été d'abord appliquée au grès inférieur des marnes irisées par M. Ormerod, à cause des sources qui s'en échappent sur tous les points par suite des alternances fréquentes de grès et d'argile, représentant bien le grès inférieur des marnes irisées de l'Odenwald, auquel M. Hull le compare. L'étage comprend ainsi vers le haut de fréquentes alternances de roches en dalles et d'argiles schisteuses régulièrement stratifiées et marquées par des traces de vagues de l'ancienne mer, très nettement dessinées (*ripple marks*). C'est dans ces bancs que l'on trouve les empreintes de gouttes de pluie et presque toutes celles de reptiles, puis des pseudomorphoses de cristaux de sel, abon-

dantes partout, depuis le Gloucestershire jusque dans le Lancashire.

Les couches inférieures sont exploitées pour les constructions, et ce sont les seules de la formation qui aient fourni les pierres blanches avec lesquelles on a bâti un si grand nombre d'églises et de monuments publics. Les meilleurs matériaux proviennent de Storeton-Hill près de Birkenhead, de Grinshill près de Shrewsbury, de Stanton près d'Ashbourn, de Colton-Hill et de Rugley. On y trouve associées aussi des argiles schisteuses et des brèches calcaires; ces dernières reposent ordinairement sur des assises meubles ou friables, ou sur un grès bigarré formant des rangées de collines à flancs escarpés et à sommet tabulaire ou en plateau. Un escarpement abrupt marque ordinairement à la surface du pays la jonction des marnes irisées et du grès bigarré supérieur, et, lorsque ce caractère est reproduit par des failles, on a des chaînes de collines remarquables, résultant de la répétition à plusieurs niveaux de l'escarpement primitif. Les chaînes de Runcorn, de Frodsham, de la Mere-Forest, de Pech-Forton, de Har-Grinshill, de Castone, de Patshull et d'Alton peuvent être citées dans les comtés de l'ouest comme les plus dignes d'attention. Quoique chacune de ces collines ait son individualité propre, on doit observer qu'elles rentrent toutes dans un même accident général ou escarpement originaire plus ou moins modifié ensuite.

La brèche calcaire, fréquemment supportée par une couche de marne rouge qui constitue la base du groupe, forme dans cette région le premier terme de la série des marnes irisées et a été tracée depuis les collines de Malvern et d'Abberley au sud jusqu'aux limites du terrain houiller du Lancashire au nord.

Grès bigarré. En l'absence du muschelkalk, le grès bigarré succède immédiatement aux marnes irisées. L'étage le plus élevé de ce groupe, désigné par l'expression de *grès bigarré supérieur*, atteint dans le Lancashire, le Cheshire et le Shropshire une épaisseur de 122 mètres; mais dans les comtés du centre, il est fort atténué et manque même tout à fait. C'est un grès à grain fin, d'un rouge vif ou jaunâtre ou bien encore panaché. A Birmingham, Wolverhampton et Liverpool, il est employé pour le moulage dans les fonderies; on n'y trouve jamais de cailloux, mais souvent des grains de peroxyde de manganèse disséminés dans la masse. Des coupes de ces assises se voient sur le chemin de fer de Manchester et de Liverpool, près de Rainhill, dans le sable jaune friable avec faux délit, dans les falaises

appelées *the Noses* près Birkenhead, à Grinshill, à Harmerhill, et à Ness-Cliff non loin de Shrewsbury, dans les carrières et les tranchées des routes à l'ouest de Wolverhampton et dans de grandes excavations à Birmingham. On ne rencontre point de fossiles dans ces couches, et, d'après leurs caractères pétrographiques, l'absence de produits littoraux, tels que des fragments de roches, des cailloux roulés, etc, on peut les considérer comme ayant été déposées dans des eaux profondes.

Les poudingues qui viennent ensuite sont caractérisés par la constance des cailloux de quartz en plus ou moins grand nombre. C'est la division la plus développée et la plus étendue du groupe, et, dans les comtés du centre, elle en est souvent le seul représentant. Dans ceux de l'ouest, la roche constitue généralement un grès rouge très exploité pour les constructions, ou d'un rouge, foncé, rayé de blanc dans le sens de la stratification. Les cailloux de quartz blanc ou coloré sont très répandus dans le Derbyshire, le Staffordshire et le Warwickshire, et assez nombreux pour former des lits de gravier; ils sont tous arrondis, et ceux de jaspe, de chert, d'hornstein et de trapp sont plus rares. Dans le Staffordshire, ils atteignent 10 à 12 centimètres de diamètre; tous viennent du nord, sans que le lieu précis de leur origine ait encore été bien constaté. M. Ramsey a fait voir que l'opinion de Buckland, qui les faisait dériver des quartzites de Lickey, près de Birmingham, n'était pas admissible, puisque ceux-ci étaient profondément ensevelis sous les couches permiennes pendant le dépôt de ces poudingues.

Leur stratification est généralement irrégulière, et les lignes de faux délit ou divisions obliques aux plans naturels des strates sont un caractère fréquent. On y observe un mélange d'hématite brune et de peroxyde de manganèse en veines irrégulières, mais non susceptible d'être utilisé.

A Knewer-Edge, le long de l'escarpement qui court N., S. par Bridgenorth, comme à Shiffnal et dans le Shropshire, le poudingue commence par une brèche calcaire dure, composée de fragments des roches paléozoïques qui bordent le pays de Galles. Cette couche marque un ancien rivage qui longeait cette région alors émergée, et elle peut servir à faire connaître les rapports de position des terres et des eaux à ce moment. La brèche qui repose ainsi sur les derniers bancs du grès bigarré inférieur produit un escarpement prononcé, s'étendant des collines d'Abberley par Kidderminster,

Bridgenorth, Shiffnal et Newport, sur une étendue de 25 milles du S. au N. avec un plongement à l'E. Au sud, elle se termine contre les roches paléozoïques par une grande faille, et dans son parcours la brisure est fréquemment interrompue par d'autres failles traverses (1). La partie méridionale du district a été étudiée par M. Ramsay et par M. Howell, la partie nord par M. Hull lui-même.

Les coupes naturelles où l'on peut observer ces couches sont très nombreuses. Nous signalerons seulement, pour la superposition des conglomérats au grès bigarré inférieur, sur la côte, la rive gauche de la Mersey, puis Eastham-Ferry, au sud de Birkenhead; West-Kerby et la rive orientale de la Dee; Halt (Flintshire); la tranchée du chemin de fer à Shiffnal; Bridgenorth et Kidderminster (Shropshire).

Sur la limite orientale du Leicestershire et du Warwickshire, les poudingues disparaissent tout à fait, et les grès inférieurs des marnes irisées recouvrent immédiatement les roches permiennes ou carbonifères. Autour de Nottingham, la masse principale du groupe est un conglomérat et un grès blanc avec des cailloux. Le château, comme on l'a déjà dit (*antè*, p. 19), couronne un escarpement formé par cette roche; de ce point on a une vue fort étendue d'où l'on découvre toute la plaine qu'arrose la Trent et les lignes sévères des roches de la forêt de Chirewood qui se dessinent à l'horizon. On voit sur ce point le grès bigarré supérieur, mais à la base des poudingues il y a un sable rouge brique, de 15 mètres d'épaisseur, avec quelques lits de cailloux anguleux représentant le grès bigarré inférieur. Les bancs de poudingue se continuent vers le nord dans le Yorkshire, et probablement constituent le seul étage du groupe dans cette direction.

Le grès bigarré inférieur de la base du trias atteint, sur le bord septentrional du pays de Galles, 152 mètres d'épaisseur, et occupe l'intérieur de la vallée de la Slewidd (Clyde, Clwyde ou Cluyd) où sont assises les villes de Saint-Asaph, de Denbig et de Ruthin. Cette belle vallée s'étend au sud-ouest de la côte du Flintshire l'espace de 25 milles, bordée de chaque côté par des chaînes de collines composées de schistes siluriens inférieurs, et vers le pied desquelles s'élèvent, de dessous le trias, des îlots plus ou moins étendus de calcaire carbonifère et de

(1) Voyez les cartes du *Geological Survey*, nos 55 N.-E., 61 S.-E., et 73 S.-E.

vieux grès rouge. Cette vallée paléozoïque a été réexcavée partiellement après le trias (1).

Dans le Cheshire, cet étage est souvent mis à découvert sur la côte et dans les terres, particulièrement à Burton-Point, près de l'embouchure de la Dee et dans les escarpements d'un ruisseau à l'ouest de Dodleston, sur la limite du Flintshire, où il recouvre transgressivement les grès panachés et les argiles schisteuses du millstone grit. Dans les environs, la roche est un grès tendre, rouge clair, jaune ou grise, avec des lignes nombreuses de faux délit ; à la base est un grès ferrugineux à gros grain, qui, à quelques pieds plus haut, devient à grain fin et sans cailloux. Dans la tranchée du chemin de fer de Shrewsbury à Shiffnal, on le voit recouvert par le poudingue, et il se présente avec l'aspect d'un grès rouge, tendre, marqué de rayures jaunes de fausse stratification ; plus au sud, il forme les roches qui portent la ville et le château de Bridgenorth et les pentes de l'escarpement du poudingue que nous avons mentionné. La régularité et la constance des stries de faux délit en cet endroit ont de tout temps attiré l'attention des observateurs ; elles indiquent sans doute la prédominance des courants, dont la principale direction était du N. et du N.-E.

L'épaisseur de cet étage est de 152 mètres à Bridgenorth, mais elle diminue rapidement à l'est, et sur la limite des dépôts houillers du nord et du sud du Staffordshire, il manque ou n'est que très faiblement représenté. Il est vrai qu'excepté aux environs de Nottingham, on ne trouve nulle part cette base du grès bigarré atteignant sa limite orientale. Quoique sur les bords de la Dee sa puissance soit aussi d'environ 150 mètres, le long des dépôts houillers du Lancashire elle ne dépasse pas 30 mètres, comme l'ont fait connaître les recherches de houille dirigées au-dessous ; dans les comtés du centre il ne paraît pas exister.

En résumé, on voit que le grès bigarré d'Angleterre peut être divisé en trois étages d'après ses caractères pétrographiques, et que les poudingues sont placés entre le premier et le troisième, dont les grès rouges sont remarquables par l'absence complète de cailloux. Il y a eu ainsi trois périodes de dépôts assez différents. Pendant la première, la surface du pays était profondément abaissée ; le lit de

(1) Voyez les feuilles du *Geological Survey*, n$^{os}$ 74 N.-E., 79 S.-E., N.-E. et S.-O.

la mer était comparativement profond, et des sédiments sableux fins étaient apportés de quelque région située au N.-O. L'état relatif des terres et des eaux fut probablement le même pendant la dernière période, tandis que dans la seconde le sol se trouvait dans les conditions d'un rivage, et la mer n'avait qu'une faible profondeur.

La période des marnes irisées commença lorsque les eaux étaient également peu profondes, car la couche la plus basse est souvent un dépôt littoral de gravier rouge. Lorsque se formèrent les grès et les marnes irisées inférieurs, le lit de la mer était souvent laissé à sec pendant le reflux, et à la surface du sable et des vases sableuses divers reptiles laissèrent les empreintes de leurs pas (Lymm, Birken-Head, Delamere-forest, en Cheshire; Grinshill, dans le Shropshire; Western-Cliff près de Castil-Domington, dans le Derbyshire).

Les changements dans les caractères minéralogiques correspondent à chacune de ces divisions, et ceux des marnes irisées, combinés avec les nombreuses dislocations qui ont affecté toute la formation, ont imprimé aux diverses parties du trias des aspects particuliers qui, sans être aussi imposants et aussi grandioses que ceux des roches plus anciennes, ne laissent pas que de contribuer à la variété des sites les plus pittoresques de l'Angleterre.

En même temps que M. Hull nous adressait cet extrait de ses travaux et de ceux de ses collaborateurs, il communiquait à la Société géologique de Londres un mémoire sur les roches triasiques et permiennes de l'Odenwald, dans les environs d'Heidelberg, et sur les dépôts correspondants du centre de l'Angleterre (1) ; mais on conçoit que l'importance de ce travail ne peut être appréciée que lorsque nous aurons traité du second terme de comparaison, c'est-à-dire du trias de l'Allemagne occidentale.

### § 3. — Écosse.

Sur les anciennes cartes géologiques de l'Écosse, telles que celle qui accompagne l'*Essai sur la géologie* de ce pays par M. Boué, on a souvent colorié d'une même teinte des grès rouges appartenant à quatre périodes différentes : cambrienne, dévonienne, permienne et triasique. Plus tard on a distingué deux séries de grès, l'une rap-

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIV, p. 219, séance du 4 nov. 1857.

portée au vieux grès rouge (*old red sandstone*), l'autre au nouveau grès rouge (*new red sandstone*). Enfin, plus récemment, on a pu séparer du premier des grès cambriens dans le nord-ouest de l'Écosse, et du second, des roches permiennes dans le sud; de sorte qu'aujourd'hui les dépôts propres au trias paraissent n'occuper qu'une surface très restreinte sur le littoral nord du golfe de Solway, dans le Dumfriesshire, en face du bassin de l'Eden, qu'ils recouvrent, comme on l'a vu, en grande partie, et quelques autres plus limitées encore sur la côte du comté de Ross.

Le grès bigarré se montre sur quatre points différents du Dumfriesshire, dit M. R. Harkness (1). D'abord au nord-ouest, où aucune empreinte de pas d'animaux n'a été trouvée; puis dans la partie plane de la vallée d'Annan, aux environs de Dumfries, et enfin à l'est, près de Commertrie, le long du Solway, dans la partie basse de la commune de Connobie. Les empreintes de pas d'animaux abondent surtout à Corncockle et à Templand, dans la partie inférieure de la vallée d'Annan. Les caractères de la roche sont sensiblement les mêmes qu'à Locherbriggs-Craigs et à Green-Hill, près de Dumfries, et l'on y a découvert des traces semblables d'animaux, qui d'ailleurs sont toutes comparables sur ces divers points. Sur les bords de Solway-Firth, au contraire, la composition de la roche varie et les empreintes sont différentes. A Corse-hill, localité que l'on peut regarder comme le type du dépôt de la vallée d'Annan, les argiles peu épaisses alternent avec le grès, et les caractères généraux prouvent qu'on est dans le voisinage des marnes rouges du premier groupe; on y remarque des empreintes vermiculaires et des traces de *Cheirotherium*. Dumfriesshire.

Aux environs de Corncockle et de Dumfries, il y a au-dessus des couches à empreintes des grès grossiers de plus de 100 mètres d'épaisseur, recouverts d'un conglomérat encore plus puissant. Enfin, sur ce dernier, viennent des couches qui représentent la partie inférieure de celles des environs d'Annan, et que l'on voit sur une hauteur de 100 mètres; de sorte que la puissance totale des roches, depuis la base de celles de Corncockle-Muir jusqu'aux couches à empreintes d'Annan, serait de 300 mètres, dont les deux tiers composés de grès avec les différentes empreintes disséminées dans toute la hauteur du système.

---

(1) *Report* 20[th] *meet. Brit. Associat. at Edinburgh*, 1850-51, p. 83 des *Transactions*.

A Corncockle, on signale les traces d'une petite tortue avec celles de trois autres espèces d'animaux vertébrés. La première a été aussi rencontrée à West-Point, en Cheshire, avec le *Rhynchosaurus*, qui manque à Corncockle, tandis que les trois autres n'existent pas à Weston. Les *Cheirotherium* se montrent près d'Annan, puis à Storeton et à Lymm (Cheshire), où les empreintes sont à un niveau fort élevé dans le grès bigarré. A Bembury se trouve le *Labyrinthodon*, qui appartient aussi aux strates les plus hauts de la série. M. Lloyd pense que le *L. Bucklandi* existe plutôt dans les derniers bancs de ce même groupe qu'à la base du suivant ou des marnes irisées. Ainsi l'on voit que, relativement à la distribution des empreintes de pas d'animaux dans le grès bigarré, celles de *Cheirotherium* se rencontrent vers le haut, celles de *Rhynchosaurus* et de tortues plus bas, puis, à 200 mètres au-dessous de son sommet, se montrent les traces d'autres animaux dont fait partie la petite tortue contemporaine du *Rhynchosaurus*.

Dans une autre communication, le même observateur (1) s'est attaché à démontrer que les grès des bords de l'Annan étaient plus élevés que ceux des environs de Dumfries, dans la vallée de la Nith. Ces derniers peuvent être divisés en trois assises, qui sont de bas en haut : 1° grès en bancs épais, surmontés de couches en dalles minces et ayant ensemble une puissance de plus de 130 mètres; 2° conglomérat de 100 mètres; 3° grès à grain fin recouvrant le conglomérat et ayant aussi 100 mètres d'épaisseur. Les lits d'argile rouge et blanche manquent presque entièrement.

M. Harkness (2) a signalé, en outre, des empreintes de pattes de crustacés dans un des bancs supérieurs de grès à Corse-Hill, près d'Annan. La surface des bancs est marquée de ces rides que tracent les vagues sur les plages sablonneuses. Plus récemment, en traitant des brèches et des grès du sud de l'Ecosse, postérieurs à la période carbonifère, le même géologue est revenu sur le mémoire précédent dans lequel il avait rapporté la plupart de ces roches au trias. Actuellement ces brèches et une grande partie des assises arénacées seraient pour lui de la période permienne; de sorte qu'il

(1) *On the red sandstone of the southern portion of the vale of the Nith* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 389, 1850).

(2) *Report 24th meet. Brit. Associat. at Liverpool*, 1854 (Londres, 1855), p. 86.

ne resterait plus, comme appartenant au trias dans ce pays, que les grès qui, du Cumberland, se prolongent dans le sud-est du Dumfriesshire, et dont les relations stratigraphiques diffèrent complétement de celles de la région qu'il décrit (1).

Dans son ouvrage sur les îles occidentales de l'Écosse (2), Macculloch, dit M. J. Nicol (3), avait signalé, le long des côtes du Loch-Greinord, deux petites plaques de grès rouge qu'il jugeait être plus récent que la grande masse de grès de même teinte à laquelle est dû le caractère le plus remarquable du littoral occidental des Highlands. Dans son mémoire sur la carte géologique de l'Écosse (4), il a mentionné aussi plusieurs fois ces dépôts qu'il considérait comme les seuls représentants incontestables du *red marl* d'Angleterre dans la partie nord de l'île. Plus tard, MM. Sedgwick et Murchison (5), en les mentionnant également, ont fait ressortir leur ressemblance avec le nouveau grès rouge du sud et avec quelques bancs qui affleurent sous le lias de l'île de Skye (*antè*, vol. VI, p. 19 et 25). Ross-shire.

La pointe avancée de Ruimore, qui sépare le Loch-Greinord du Loch-Ewe, est principalement formée de vieux grès rouge en couches épaisses, flexueuses, plongeant de 40 à 45 degrés à l'E., 5 à 10 degrés S. Près de Sands et d'Udrigill, continue M. Nicol, les bancs rapportés au nouveau grès rouge recouvrent le précédent à stratification discordante, mais sous un angle assez faible. La première assise que l'on découvre dans la falaise est un conglomérat à gros éléments provenant du vieux grès rouge sous-jacent, de quartzites en place dans les montagnes environnantes, de calcaire bleu compacte ou blanc rougeâtre et plus cristallin, également en place au-dessus de ces quartzites. Le grès qui surmonte le conglomérat et constitue la plus grande partie du dépôt est généralement rouge, blanc jaunâtre ou tacheté de vert et de bleu. Par places, il est très

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XII, p. 254, 1856. — Voy. aussi E.-W. Binney, *On the permian caracters of some of the red sandstones and breccias of the south of Scotland* (*Ibid.*, n° 46, p. 138, 1856).

(2) *Western Isles*, vol. II, p. 65, 99.

(3) *On the newer red sandstone near Loch-Greinord in Ross-shire* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIV, p. 167, 1858).

(4) *Memoir on Map*, etc., p. 31, 89, 94.

(5) *Transact. geol. Soc. of London*, 2e série, vol. III, p. 156.

calcarifère, et, comme l'assise sous-jacente, n'a présenté aucune trace de fossiles.

Ces strates inclinent de 10° au N.-O., et ont été déposés sur les tranches des couches redressées, plus ou moins ravinées et dénudées du vieux grès rouge. Le relèvement de celui-ci dans la falaise à l'ouest, comme dans l'intérieur du pays, permet de juger du peu d'étendue du grès secondaire, dont l'épaisseur ne dépasse pas de 30 à 40 mètres. L'éloignement des roches jurassiques de l'île de Skye (13 milles en ligne droite) rend assez difficile la détermination précise de l'âge de ces assises arénacées. M. Nicol fait remarquer à cette occasion que, sur la côte près de Tinafuline, dans l'île d'Ewe qui lui est opposée, il a rencontré une grande quantité de fragments non en place d'une roche dont les fossiles la feraient rapporter à une couche oolithique détruite, analogue à celles du nord de l'île de Skye. Les lambeaux de grès rouges secondaires pourraient alors être une dépendance du lias inférieur ou du trias, et avoir été déposés après le redressement et la dénudation partielle du vieux grès rouge.

Si l'on se rappelle ce que nous avons dit (*antè*, vol. VI, p. 15-16) de la disposition générale des rudiments jurassiques du nord de l'Irlande et de l'Écosse, et de ceux du trias (*antè*, p. 11 et suivantes), on reconnaîtra que ces lambeaux de grès du Ross-shire s'accordent parfaitement avec cette même disposition.

Morayshire. Nous exposerons ici en peu de mots, et à titre de renseignement pour l'avenir, la question de l'âge des grès de teintes claires, blanchâtres ou jaunâtres, superposés aux grès rouges et jaunes à *Holoptychius* de l'*old red sandstone*, et parfaitement concordant avec ces derniers, dans deux petites chaînes de collines parallèles, dont l'une est au nord d'Elgin et l'autre borde la mer à peu de distance.

Dans ces grès blanchâtres et jaunâtres, on a recueilli, depuis 1844, de nombreuses empreintes et même des ossements appartenant à trois genres de reptiles. Deux de ces genres, désignés : l'un sous le nom de *Stagonolepis* par M. Agassiz, l'autre sous celui de *Telerpeton* par Mantell, n'ayant aucune analogie avec des types connus dans d'autres terrains, avaient fait présumer que les couches qui les renferment étaient peut-être un rudiment de la base du système carbonifère. Mais d'autres restes, trouvés plus récemment par M. Gordon (juin 1859) dans ces mêmes grès, à Lossiemouth, et avec les précédents, sont venus affaiblir, dans l'esprit de sir R. Mur-

chison (1) la certitude qu'il avait puisée jusque-là dans l'évidence et la netteté des relations stratigraphiques. En effet, suivant M. T. H. Huxley, qui a fait une étude spéciale de ce nouveau reptile qu'il désigne sous le nom d'*Hyperodapedon Gordoni*, ce serait un reptile non-seulement lacertien, mais encore très voisin des *Rhynchosaurus* du trias. Malgré quelques assertions plus positives émises depuis, mais qui ne sont pas étayées sur des preuves stratigraphiques réellement plus décisives, le célèbre auteur de *Siluria* ne pense pas encore, au moment où ces feuilles s'impriment, qu'il y ait lieu de se prononcer définitivement pour réunir au trias les grès d'Elgin, de Spynie-Castle et de Lossiemouth, caractérisés par ces reptiles.

### Paléontologie.

On a pu juger, d'après ce qui précède, que les restes d'animaux appartenant aux classes inférieures étaient rares et peu variés dans le trias des îles Britanniques. Parmi les vertébrés, on pourrait croire au premier abord que les poissons s'y trouvent en assez grand nombre ; mais si l'on remarque que dans les listes qu'on en a données, la couche à ossements (*bones bed*) d'Aust-Cliff, d'Axmouth, de Bristol, etc., rapportée par nous à la base du lias, a été rangée, quoique souvent avec doute, dans la formation qui nous occupe, on trouve, abstraction faite des espèces de poissons rencontrées dans cette couche, que les fossiles de cette classe n'y sont pas beaucoup plus répandus que ceux des invertébrés, ni que les restes de plantes; aussi n'y a-t-il pas lieu de donner, comme nous l'avons fait pour les autres formations secondaires du même pays, un tableau numérique de la faune et de la flore du trias.

C'est la classe seule des reptiles qui, jusqu'à présent, a offert une certaine importance par les types assez variés et assez nombreux qu'elle a fournis aux recherches des géologues et aux savantes appréciations zoologiques de M. R. Owen, qui s'est particulièrement occupé de leur étude.

---

(1) *Siluria*, 3e édit., p. 557 et 571, 1859.—*On the sandstone of Morayshire* (*Elgin*, etc.), *containing reptilian remains* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XV, p. 419, août 1859). — Voyez aussi les discours de sir R. Murchison et de sir Ch. Lyell, à la réunion de l'Association britannique à Aberdeen, au mois de septembre 1859 (*The Aberdeen Herald*, 17 sept. 1859).

Aucune espèce ni aucun genre de reptile saurien des groupes oolithiques, dit ce savant (1), ne s'est encore montré dans des couches plus anciennes dans les îles Britanniques, et le *Rysosteus*, qui semble particulier à la couche à ossements placée sous le lias, appartient encore à la formation jurassique (p. 196). Les reptiles des dépôts triasiques (*poikilitic* de l'auteur) présentent des dérivations des types des familles actuelles, tout en montrant des caractères qui réunissent des groupes de formes aujourd'hui distincts, aussi importants d'ailleurs et même plus anomaux que ceux qu'on observe dans les genres qui les ont suivis dans l'ordre des temps.

Ainsi le *Rhynchosaurus* du nouveau grès rouge de Shrewsbury offre des modifications du type des oiseaux et de celui des chéloniens, réunies à un caractère dans la structure du crâne qui appartient essentiellement aux lacertiens. Les vertèbres diffèrent à la fois de celles des lézards actuels, des chéloniens et des oiseaux, et elles offrent une forme biconcave avec des apophyses obliques et les articulations costales des lézards vivants. Les *Labyrinthodon* montrent une combinaison de caractères non moins remarquable. Les modifications des crocodiliens s'y trouvent associées à l'organisation propre des batraciens. La structure de leurs dents est la plus extraordinaire qu'on observe dans tout le règne animal ; elle est unique dans la classe même des reptiles, et ne se trouve que partiellement et très-imparfaitement représentée dans celle des poissons. Il est probable que la disposition des appareils de la locomotion était également en rapport avec le système dentaire, à en juger par les empreintes de pattes qui ont été rapportées à un animal que nous avons vu souvent désigné sous le nom de *Cheirotherium*, et auquel les *Labyrinthodon* peuvent seuls jusqu'à présent se rattacher. Quant au *Palæosaurus* du *magnesian limestone* (rangé aujourd'hui dans le système permien), de même que les *Monitors* de la Thuringe (aussi du système permien), ce sont des lézards combinés avec les caractères dentaires des *Thecodon*, ayant des vertèbres biconcaves, et offrant en outre une série d'excavations et de renflements dans le corps des vertèbres pour le passage du cordon spinal, au lieu d'un canal cylindrique.

Nous avons déjà eu occasion de citer un certain nombre de reptiles fossiles du trias des îles Britanniques, et nous en donnerons

(1) *Report on British fossil Reptiles*, part. 2. — *Rep. on the 11th meet. Brit. Associat.*, 1841 (Londres, 1842), p. 196.

ici une liste plus complète, empruntée au catalogue de M. J. Morris (1). Nous y ajouterons aussi l'indication des empreintes de pas d'animaux qui ont été rapportées à cette classe.

*Cladyodon Lloydii*, Ow., Coton-End, près Warwick, Leamington.
*Labyrinthodon Bucklandi*, Lloyd, Warwickshire.
— *giganteum*, Jæg. (*Mastodonsaurus salamandroides*, id., *M. Jægeri*, d'Alb.), Guy's-Cliff, Warwick, Wurtemberg.
— *leptognathus*, Ow., Coton-End, Cubbington.
— *pachygnathus*, id., ib. ib.
— *scutulatus*, id., Leamington.
— *ventricosus*, id., Coton-End.
*Rhynchosaurus articeps*, id., Grinshill, Warwickshire.
*Thecodontosaurus*, indét., Leamington.

EMPREINTES DE PAS.

*Actibatis triassæ*, Jard., Corncockle-Muir.
*Batrichnis Lyelli*, id., Green-Mill, près Dumfries.
— *Stricklandi*, Hark., Dumfries.
*Cheirotherium* (*Labyrinthodon*) *Hercules*, Egert., Tarporley, Cheshire.
— *Kaupii*, Ow. (*an L. pachygnathus*, id., *suprà?*), Lymm, Cheshire.
— trois espèces ind. de Storeton, Cheshire, de Lymm, ib., et d'Annan, Dumfriesshire.
*Chelaspodos Jardinii*, Hark., Dumfries.
*Chelichnus ambiguus*, Jard., Corncockle-Muir.
— *Duncani*, Morr., ib.
— *gigas*, Jard., ib.
— *obliquus*, Hark., Dumfries.
— *plagiostopus*, Jard., Corncockle-Muir.
— *plancus*, Hark., Dumfries.
— *Titan*, Jard., Corncockle-Muir.
— indét. Hark., Weston, près Runcorn.
*Herpetichnus Bucklandi*, Jard., Corncockle-Muir.
— *sauroplesius*, id., ib.
*Saurichnis acutus*, Hark., Dumfries.

D'autres espèces, au nombre de 8, de genres incertains, ont encore été signalées par divers auteurs dans les couches triasiques de Weston, près Runcorn, de Storeton (Cheshire), de Western-Point, Lymm (Cheshire), et à Schrewley-Common (Warwickshire).

(1) *A Catalogue of British fossils*, 2e édit., 1854.

# CHAPITRE II.

## FORMATION TRIASIQUE DE LA FRANCE.

---

Le *terrain pénéen*, dans lequel M. d'Omalius d'Halloy (1) comprenait, en 1822, le *grès bigarré*, le *zechstein*, le *macigno* et le *todte Liegende* (grès rouge), tandis que le muschelkalk et le système marno-arénacé qui le recouvre étaient réunis à la formation jurassique, sous la dénomination de *Terrain ammonéen*, ne présentait alors qu'un faible développement à la surface de la France. Ainsi, au sud-est de l'Ardenne, il recouvrait la partie nord de la chaîne des Vosges ou la Hardt jusqu'à Saverne, et circonscrivait au delà, à l'ouest et au sud, le massif cristallin. Quatre autres lambeaux s'appuyaient sur les pentes du plateau central : l'un au nord, entre Bourbon-l'Archambault et la Châtre; le second, au sud-ouest, entre Brives et Rognac, sur la rive droite de l'Aveyron; le troisième, entre la rive gauche du Tarn et Lodève, et le quatrième recouvrait le bassin houiller de Saint-Étienne. On a vu (*antè*, p. 8) quelle était en 1829 la classification proposée par Alex. Brongniart, et celle adoptée en 1841 par les auteurs de la *Carte géologique de la France.*

La formation telle que nous l'entendons aujourd'hui, composée de trois groupes, les *marnes irisées*, le *muschelkalk* et le *grès bigarré*, se montre sur un beaucoup plus grand nombre de points, et occupe des espaces bien plus considérables, par suite des études dont le sol de la France a été l'objet depuis trente-cinq ans. Nous rangerons dans quatre chapitres, d'importance inégale, ce que nous avons à dire sur ce sujet. Le *premier* traitera de la formation triasique de l'ouest et du nord, en y comprenant les Ardennes, le Luxembourg et l'Eifel, qui ne sont, à proprement parler, que le prolongement septentrional de la *région de l'Est ;* le *second* embrassera la description de cette dernière région, depuis le duché de Deux-Ponts jusqu'aux derniers affleurements des marnes irisées

---

(1) *Essai d'une carte géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines* (*Ann. des mines*, vol. VII, 1822).

dans la partie méridionale de la chaîne du Jura; le *troisième*, tous les dépôts de cette période épars sur le pourtour du plateau central; enfin le *quatrième*, le trias du Dauphiné et de la Provence, et le grès rouge du versant nord des Pyrénées. Cette distribution générale est parfaitement exprimée sur la Carte géologique de la France, publiée en 1841, et l'on trouve, dans un article de *Patria*, dû à M. V. Raulin (1844), un exposé succinct des principaux caractères minéralogiques, stratigraphiques et paléontologiques, de ces dépôts à la surface de notre pays.

## FORMATION TRIASIQUE DE L'OUEST ET DU NORD DE LA FRANCE.

### § 1. — Normandie.

L'importance que dès 1845 nous attachions à l'axe orographique et géologique de l'Artois, considéré par rapport à la formation crétacée (1), s'est bien accrue par les recherches ultérieures faites des deux côtés du détroit. Ainsi le forage exécuté à Kentish-Town, au nord-ouest de Londres (2), celui d'Harwich, sur la côte du Suffolk (3), celui de Calais (4), la carte du bassin houiller franco-belge de MM. Degousée et Laurent (5), de même que les observations de M. Austen (6), sont venus successivement démontrer l'existence, antérieure aux dépôts secondaires, d'un haut fond ou d'un bombement dirigé O. 38° N. à O. 38° S., formé par le terrain de transition, et que n'avait entièrement recouvert aucune des formations plus récentes. Les quelques faits encore même douteux que nous aurons à citer sur le bord méridional de ce bombement n'infirment point cette

(1) D'Archiac, *Études sur la formation crétacée*, 2e partie, *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 162, 185.—*Compt. rend.*, 7 févr. 1845.—*Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 112, pl. 1, 1846. — *Hist. des progrès de la géologie*, vol. IV, p. 385, 1851.

(2) J. Prestwich, *On the boring through the chalk* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIII, p. 6, et LIX, 1856).

(3) J. Prestwich, *On the boring through the chalk* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIV, p. 249, 1857).

(4) D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, vol. IV, p. 199, 1851.

(5) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XII, p. 252, pl. 5, 1856.

(6) *On the possible extension of the coal measures*, etc. (*Ibid.*, vol XI, p. 533, 1855; — *Ibid.*, vol. XII, p. 38, 1856).

conclusion générale ; ils montrent seulement que, comme sur toutes les côtes basses ou hérissées d'écueils à fleur d'eau, des dépôts peu épais, plus ou moins discontinus, ont pu s'accumuler çà et là suivant les accidents du sol, conformément au relief de ce dernier, et sans pour cela s'étendre au nord de la ligne dont nous parlons.

En outre, et comme nous l'avions fait entrevoir (1), l'axe du Merleraut, placé au sud-ouest et parallèle au précédent, a aussi marqué dans cette direction le rivage du trias, qui ne paraît nulle part sur les pentes du terrain de transition dans le Perche, le Maine et l'Anjou. La mer triasique devait donc être bien resserrée dans le détroit qui sépare ces deux lignes, entre le Calvados et le bas Boulonnais, et l'on peut présumer que ses dépôts, là où ils existent, sont d'une très faible épaisseur.

Dans les départements de la Manche et du Calvados, depuis les environs de Valognes jusqu'à ceux de Bayeux, les assises rapportées au trias, assez variées, très découpées, d'une épaisseur peu considérable et peu élevées au-dessus de la mer, occupent le fond d'une espèce de golfe ouvert au N.-E. Dans cette direction, ils disparaissent sous le lias (2), et, sur le reste de leur pourtour, s'appuient contre le terrain de transition. Outre les lambeaux de lias qui les recouvrent sur beaucoup de points, des sédiments plus récents et plus développés diminuent encore l'étendue de leurs affleurements naturels. La position, aujourd'hui isolée, de ces couches généralement rouges, argileuses, caillouteuses, sablonneuses et accidentellement calcaires, permet d'y voir un représentant, bien atténué sans doute, de celles que nous avons décrites au nord-ouest, au delà de la Manche, sur la côte du Devonshire, où elles s'appuient aussi contre le terrain de transition et sont recouvertes par le lias, quelquefois même par des roches crétacées. Département de la Manche.

Sous le nom de *red marl* M. de Caumont (3) comprend un en-

(1) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 129, 1846.

(2) D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, vol. VI, p. 365, 1857.

(3) *Essai sur la distribution géographique des roches dans le département de la Manche* (*Mém. de la Soc. Linn. de Normandie*, vol. V, p. 267, in-4°, 1825 ; — voyez aussi *Mém. Soc. Linn. de Normandie*, vol. I, in-8°, 1824, p. 49 (communiqué en 1823) ; — *Ibid.*, vol. III, p. LXIV, 1826-27). — *Mém. géol. sur quelques*

semble de dépôts dans lequel il distingue trois assises : la plus élevée, composée de sable jaunâtre et de galets quartzeux, roulés, provenant du terrain de transition ; la seconde renfermant un calcaire sub-lamellaire, blanc sale, gris et rougeâtre, que l'on avait cru magnésien, et la plus basse des marnes rouge lie de vin qui alternent avec des grès micacés de même teinte et quelques bancs calcaires subordonnés. Ainsi caractérisés, ces dépôts ont été figurés par le même savant, sur la *Carte géologique du département de la Manche* (1), comme formant d'abord une bande étroite de Quettehou à Thed, le long des roches granitiques ; puis un massif assez étendu autour de Valognes et de Montebourg, reposant sur les grès rouges anciens et recouvert par les calcaires inférieurs du lias. Une troisième surface, plus étendue encore, s'élève au-dessus des marais de la Taute, de la Mauloire à l'ouest, et de la Vire à l'est, depuis Carentan au nord jusqu'à Montreuil, Moon et Amigny au sud, d'où elle se prolonge ensuite dans le département du Calvados, limitée par les schistes et les grauwackes de transition. A l'ouest, entre Saint-Ebremond sur l'Ozon et la petite rivière de la Mauloire, comme plus au nord, des environs de Prétot aux bords de la Douve, règnent des *sables d'une époque incertaine.*

De plus, M. de Caumont distingue au nord et recouvrant les roches granitiques, depuis la Pernelle et Saint-Pierre-Église jusqu'à Tourlaville sur le côté gauche de la vallée de la Saire, un dépôt composé de grains de quartz, de feldspath avec des nodules d'argile, des cailloux roulés et passant à un poudingue solide, ou bien incohérent. Ce dépôt, que l'auteur désigne sous le nom d'*arkose*, aussi bien sur sa carte que dans son mémoire, occuperait la partie supérieure du trias, mais sa séparation d'avec le système rouge précédent paraît être fort incertaine. Lorsque le poudingue est incohérent, il passe au *red marl*, de même qu'aux environs de Valognes et de Montebourg. Ceux de la Pernelle, qui semblent en faire partie, sont de toutes les roches du département celles qui renferment le plus de baryte sulfatée.

Le lias cesse dans les talus de la route qui monte à Montebourg,

---

*parties de la Normandie occidentale* (*Mém. de la Soc. Linn.*, vol. II, in-8°, 1825, p. 147, 154, 515). — *Annuaire de la Manche*, par M. Travers, 1830-1831.

(1) Dressée de 1825 à 1827, et présentée à la Société Linnéenne de Normandie, dès 1825.

bâti sur le trias (1). La teinte rouge du sol entre Valognes et Briquebec annonce partout l'existence de la ceinture triasique qui entoure les calcaires du lias inférieur de ce pays. Sur la route de Valognes à Quettehou, on observe également les couches du trias, mais les dépôts, sableux, argileux ou caillouteux, épars à la surface du terrain de transition et des roches cristallines, sont d'une date incertaine, n'étant plus recouverts par le lias ; aussi ont-ils pu être classés dans le terrain tertiaire supérieur avec quelque vraisemblance.

Sur la *Carte géologique de la France* (1841), l'*arkose* précédente a été aussi considérée et coloriée comme appartenant à la période tertiaire moyenne ; sa position sur les granites et sur les schistes intermédiaires, de même que l'absence complète de tous débris organiques, ne nous permet d'ailleurs aucune conclusion suffisamment motivée à son égard. La répartition du trias des environs de Valognes et de Montebourg diffère peu ici de celle que nous avons vue tracée par M. de Caumont ; mais plus au sud, Dufrénoy a compris dans cette formation les sables d'une époque incertaine mentionnés plus haut, et la limite passant par Feugères, Saint-Louet, Hommet, Moon, etc., se trouve d'accord avec celle de la *Carte géologique du département de la Manche*.

Les marais entre Isigny et Carentan permettent de juger de l'épaisseur de la formation (2). Entre cette dernière ville et Périers, ce sont des grès schisteux, micacés, presque toujours rouges, des grès bigarrés de rouge et de vert, des marnes schisteuses de diverses couleurs, des sables et un conglomérat de calcaire magnésien. Sur les bords du Vay, on trouve, au-dessous d'un poudingue à cailloux de quartz, de grès, etc., mélangés d'argile rougeâtre et qui paraît être quaternaire, un grès siliceux, blanc, micacé, à ciment argileux, puis une argile rouge, schisteuse, avec des masses irrégulières d'un poudingue à galets de quartz hyalin, de porphyre et de rognons de quartz rougeâtre provenant du terrain de transition des environs. Ce dernier poudingue, qui se prolonge vers l'ouest en passant sous les marais de Carentan, est exploité dans les communes de Mont-Martin, aux hameaux de la Planque et de la Chapelle-Saint-Nicolas. Des nodules compactes, d'un jaune verdâtre, renfermant beaucoup

(1) D'Archiac, *Notes inédites*, 1842.
(2) Dufrénoy, *Explication de la Carte géologique de la France*, vol. II, p. 126, 1848.

de magnésie, se trouvent dans la première localité; et, dans la seconde, la partie argilo-calcaire ferrugineuse de la carrière est aussi magnésienne. Malgré le manque de superposition bien évidente, on peut supposer, avec de la Bèche (1), que le tout représente ici une partie du *nouveau grès rouge* de l'autre côté de la Manche.

Au nord de Cavigny, sur les bords de la Vire, le calcaire de transition est recouvert de marnes rouges, et, dans un ruisseau en face de l'église de Saint-Fromant, les bancs de poudingue, un peu redressés, sont surmontés par un calcaire d'aspect magnésien ; au-dessous règne un niveau d'eau assez important, et c'est plus bas, à une faible profondeur, que des traces de houille ont été indiquées (2).

Le calcaire précédent se montre aussi près du village d'Airel, et, sous celui de Saint-Jean-de-Day, des indices de charbon ont été rencontrés après qu'on eut traversé les argiles rouges, les calcaires et les poudingues du trias. Les argiles se voient des deux côtés du canal; elles sont panachées de gris verdâtre ; à Saint-Pèlerin, elles sont recouvertes de cailloux disséminés dans un sable siliceux blanc grisâtre ou jaunâtre rapporté au terrain tertiaire supérieur sur la Carte géologique de la France.

Département du Calvados. En étendant et en complétant les premiers aperçus de de la Bèche et ceux de M. Hérault (3), M. de Caumont (4) a fait mieux apprécier l'importance des dépôts qui nous occupent dans la partie occidentale du département du Calvados contiguë à celui de la Manche. Ici l'auteur divise un peu différemment ce qu'il nomme la *formation du red marl* : ainsi il y distingue un dépôt de sable, de marne et de grès argileux, séparé en deux par un calcaire fragmentaire qu'il compare au *magnesian limestone* d'Angleterre ; de sorte que ce qui est dessous

---

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 73, 1822.

(2) D'Archiac, *Notes inédites*, 1842.

(3) *Tableau des terrains du département du Calvados* (*Mém. de l'Acad. de Caen*, in-8°, 1824 ; — *Annales des mines*, 1ʳᵉ sér., vol. IX, p. 556 ; — *Ibid.*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 361).

(4) *Essai sur la topographie géognostique du département du Calvados*, p. 207, 1828. — *Mém. de la Soc. Linn. de Normandie*, vol. II, p. 515-548. — *Carte géologique du département du Calvados*, dressée en 1825-1828, 2ᵉ édit., 1831. — *Mém. de la Soc. Linn. de Normandie*, vol. IV, 1828. — Voyez aussi H. Harlé, *Aperçu de la constitution géologique du département du Calvados* (*Annuaire* de ce département pour 1853).

appartiendrait au grès rouge (*rothe todte Liegende*), et ce qui est au-dessus, au grès bigarré ou peut-être aux marnes irisées. L'absence de fossiles ne permet pas encore de voir ici un rudiment du système permien, malgré l'apparente liaison qui semble exister entre les couches les plus basses et les strates charbonneux sous-jacents, liaison qui a pu même les faire réunir à ces derniers.

La partie supérieure de cet ensemble de couches comprend des sables jaunâtres, des galets quartzeux roulés, tantôt formant un poudingue (Colombiers, Landes de Fains), tantôt une arkose ou grès friable et feldspathique (Pont de Trècle, Neuilly-le-Malherbe, Bougy, etc.). Ces dépôts seraient les analogues de ceux que M. de Caumont a décrits, en 1826, sous le nom d'*arkose*, dans le département de la Manche. La partie inférieure est de teinte différente et plus argileuse. Des marnes rouge amarante ou lie de vin, rarement jaunes, blanchâtres, bleuâtres ou verdâtres par places, en constituent la masse principale; elles alternent aussi çà et là avec un grès de même couleur auquel elles passent, et qui atteint à Cartigny une épaisseur de 60 mètres. Ce grès quartzeux, très fin, micacé avec du feldspath altéré, est à ciment argileux et ferrugineux très abondant. Il est associé à des marnes sableuses, rouges, endurcies, effervescentes, renfermant de la chaux carbonatée cristallisée, et quelquefois des bancs de calcaire compacte, subordonnés, très durs, rouges, jaunes, bleus ou bruns (Moon, Cartigny, la Folie, Saint-Marcouf, Molay, etc.), qu'on observe surtout dans le petit bassin de Notre-Dame-de-Blagny, ainsi qu'au confluent de l'Eques et du ruisseau de Landon, à Saint-Martin-de-Blagny. Dans cette dernière commune et à Tournières, les marnes rouges alternent avec des argiles noires et schisteuses qui se rapprochent par leur aspect de celles de la formation houillère.

Tous ces dépôts sont sensiblement horizontaux ou peu inclinés; ils forment des buttes arrondies, de 45 à 60 mètres au plus d'élévation dans l'arrondissement de Bayeux, et, à partir des rives de la Vire et de l'Elle, se dirigent vers l'est, en se rétrécissant de plus en plus, étant limités au nord par le lias et au sud par le terrain de transition. Après avoir recouvert le petit bassin houiller de Littry, ils suivent au S.-E. la limite des deux terrains jusque sur les bords de l'Odon, à Villy-Bocage et aux Bruyères de Fains; au delà ils ne semblent plus offrir que des lambeaux isolés à la jonction du lias ou de l'oolithe inférieure avec les roches de transition, jusqu'aux environs de Falaise et en remontant au nord. A partir de

Noron, au sud de Bayeux, les galets quartzeux roulés et les sables dominent sur les marnes rouges, et le dépôt est beaucoup moins épais qu'à l'ouest.

Nous ferons remarquer ici que, sur la Carte géologique de la France, le trias s'arrête à Campigny au sud-ouest de Bayeux, et les dépôts caillouteux et sableux indiqués depuis ce point jusqu'à la vallée de l'Odon sont rapportés au terrain tertiaire supérieur. Nous ne trouvons à cet égard aucun renseignement dans le second volume de l'*Explication* de cette carte où le trias du Calvados n'est pas même mentionné.

### § 2. — Flandre.

A la suite de son *Essai sur les recherches de houille dans le nord de la France* (1), M. Du Souich a rapporté au *groupe du grès rouge* un poudingue à ciment psammitique rougeâtre ou verdâtre, avec des cailloux de roches anciennes, particulièrement de calcaire fétide. Les bancs de poudingue sont séparés par des lits d'argile schisteuse et de psammites sablonneux peu solides. Des calcaires compactes (marbres) du bas Boulonnais, qui recouvrent le terrain houiller à stratification discordante, seraient aussi secondaires, malgré leurs caractères minéralogiques. Ces calcaires et les poudingues sont plus ou moins inclinés, et l'auteur est porté à assimiler les seconds au zechstein; il ne précise d'ailleurs aucune des localités où il a observé ces faits, qu'il serait, par conséquent, difficile de contrôler, et dont on ne peut, quant à présent, tirer aucune conclusion.

De son côté, M. Delanoüe (2) a signalé, recouvrant les roches dévoniennes à Lillette (Pas-de-Calais), Dennebrœucq, Fléchin, Febvin, etc., des poudingues à ciment rougeâtre avec des galets calcaires provenant de diverses roches de transition du pays. Ces poudingues sont peu inclinés, mais en sens inverse des strates de transition; leur épaisseur est de 15 mètres; ils ont été exploités comme marbre imitant assez bien la *brèche d'Alep*, à Audincthun (Pas-de-Calais), et ils ressemblent à la brèche de Berlaimont et de Dourlers (Nord), employée comme castine. Au-dessus, et en stratification concordante, vient un grès quartzeux, argileux, rouge et jaune, qui représenterait, pour l'auteur, le grès bigarré, et à Lillette

(1) In-8°, p. 37. Paris, 1839.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. X, p. 235, 1853.

des argiles panachées de jaune, de blanc, de rouge et de violet, rappellent les caractères des marnes irisées.

La salure que manifestent les eaux de certaines exploitations pourrait aussi se rattacher à l'existence de quelques gisements de sel dans ces rudiments supposés du trias. On sait qu'en fonçant le puits de Meulers, situé bien loin au sud de l'axe de l'Artois (1), les travaux ont été interrompus à 333 mètres du jour par l'irruption d'une eau salée. M. Delanoüe, qui, depuis la publication de cette note, a étudié les roches clastiques, dont nous allons parler, aux environs de Stavelot, de Malmedy, de Niedeggen, etc., et dont l'âge triasique est connu depuis longtemps, a été frappé de leur identité avec celles des départements du Nord et du Pas-de-Calais dont il vient d'être question ; aussi, dans une lettre qu'il a bien voulu nous adresser au mois de juillet dernier, confirme-t-il entièrement ses premières conclusions.

Nous ferons remarquer néanmoins que les nombreux sondages exécutés dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, et dont nous avons reproduit les détails (2), ainsi que ceux qu'a donnés M. Meugy (3), n'ont fait connaître, entre les dépôts tertiaires ou crétacés désignés sous le nom collectif de *morts terrains*, et les dépôts houillers ou carbonifères, aucune couche que l'on puisse jusqu'à présent ranger dans le trias. Il semble donc que ces observations ne concernent que des faits isolés et trop peu nombreux encore pour affirmer l'existence de sédiments réellement triasiques le long de la ride paléozoïque de l'Artois.

### § 3. — Ardennes, Luxembourg et Eifel.

M. d'Omalius d'Halloy a d'abord réuni sous le titre de *terrain pénéen rouge* ce que l'on a rangé depuis dans deux formations dif-

(1) D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, vol. IV, p. 275, 1851.

(2) *Ibid.*, p. 182 et suiv., 1851. — *Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 120, 1846.

(3) *Essai de géologie pratique sur la Flandre française*, in-8°, 1852. — Voyez aussi Trubert, *Sur la traversée des morts terrains dans le nord de la France* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. III, p. 73). — Poirier Saint-Brice, *Ann. des mines*, 1re sér., vol. XIII, 1826. — Élie de Beaumont, *Explication de la Carte géologique de la France*, vol. I, p. 727 et suiv., 1841.

férentes : le trias et le système permien. Dans la surface dont nous traiterons dans cette section, on ne trouve guère que les dépôts de la première. Ils occupent au nord de l'Eifel un bassin peu étendu vers le point où la Roer débouche dans la grande plaine située entre la Meuse et le Rhin. Interrompus bientôt au sud, ils commencent à reparaître vers Stadtkill, sous la forme de petits lambeaux couronnant les plateaux du terrain de transition.

A partir de l'extrémité nord de la pointe jurassique, non loin de Bitbourg, le trias forme deux branches : l'une, se dirigeant à l'ouest, longe l'Ardenne et disparaît bientôt au nord d'Arlon ; l'autre, au sud, suit le terrain de transition pour se rattacher aux dernières ramifications des Vosges. Cette disposition, tracée sur la carte que M. d'Omalius a publiée en commun avec Coquebert de Montbret (1822) (1), est encore exacte aujourd'hui ; les noms seuls ont changé. Le savant auteur plaçait alors à la base de son *terrain rouge* ou *pénéen* les poudingues de Malmedy, lambeau isolé, loin de tous les dépôts plus ou moins semblables, et renfermant des cailloux calcaires remplis de polypiers, quoique le terrain sur lequel il repose soit complétement dépourvu de roches analogues.

En décrivant de nouveau ces couches, M. d'Omalius (2) fit remarquer qu'elles reposent, à stratification discordante, sur les schistes ardoisiers, et qu'elles sont surtout développées le long de la Warge à Malmedy, où elles se montrent sur plus de 150 mètres de hauteur. Elles sont principalement composées de poudingues passant au psammite et au schiste où domine la teinte rouge. Les noyaux sont plus volumineux et plus nombreux vers le bas ; ils sont de quartz grenu et de calcaire gris de fumée ou rougeâtre, peu agglutinés par un ciment également rouge. Les nodules calcaires renferment des fossiles dévoniens de l'Eifel. Ici encore l'auteur sépare ce lambeau du trias, et le laisse dans son *terrain pénéen*, équivalent du *système permien* actuel.

Quant au trias proprement dit, il distingue le grès bigarré (*grès pœcilien*, Alex. Brong.) reposant aussi directement sur les schistes ardoisés, et commençant par une assise de cailloux roulés de quart-

---

(1) Voyez aussi : *Mémoires pour servir à la description géologique des Pays-Bas et de la France*, réimprimés et réunis en un vol. in-8°, p. 136, 176. Namur, 1828.

(2) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, in-8°, p. 58. Bruxelles, 1842.

zite rouge semblable à celui des schistes sous-jacents. Ce poudingue passe vers le haut à des psammites rougeâtres, et ceux-ci à des marnes rougeâtres, brunâtres, verdâtres, bleuâtres, grisâtres, bigarrées. Le muschelkalk est représenté au-dessus par des calcaires blanc grisâtre passant à la dolomie et subordonnés à des lits de marne. Les marnes irisées, d'abord semblables à celles qui alternent avec le calcaire, passent à un sable fin, gris jaunâtre ou verdâtre, micacé, avec quelques cailloux de quartz blanc et d'autres roches quartzeuses. Des bancs de grès sont subordonnés à la partie supérieure des sables.

Sur la *Carte géologique de la France* (1), le poudingue de Malmedy est rapporté au grès bigarré. Le lambeau triangulaire de la rive droite de la Roer, de Gemund à Niedeggen et Salzwey, est aussi de grès bigarré, mais surmonté, dans sa partie nord, par un îlot très restreint de muschelkalk. Au sud, comme on l'a déjà vu, à partir de Stadtkyll, commence une série de petits îlots de grès bigarré, à l'est d'Hillesheim et de Gerolstein, lesquels, en se réunissant, forment deux zones continues à bords très sinueux et découpés, limitées extérieurement par le terrain de transition, sur lequel elles s'appuient, et à l'intérieur par le muschelkalk, qui les recouvre depuis Bitbourg. La bande occidentale se prolonge en s'amincissant par Neuerburg et Diekirch, pour se terminer à Schadeck, au nord-ouest d'Arlon. La bande orientale, s'élargissant d'abord de manière à atteindre la rive gauche de la Moselle, à l'est de Witlich, se rétrécit bientôt en descendant au sud et suivant toujours la même rive par Trèves, puis celle de la Sarre par Sarreburg, etc. On observe encore le grès bigarré au fond de la vallée de la Moselle, en la remontant d'Igel à Röling, et dans celle de la Sure jusqu'à Ralingen.

Le muschelkalk, qui surmonte le grès bigarré autour de Bitbourg, forme aussi, à partir de cette ville, deux bandes flexueuses : l'une, dirigée au S.-O., se prolonge un peu au delà du point où nous avons vu s'arrêter le grès bigarré, et est limitée, à partir de Mersch, par le lias, tandis que, de cette localité à Dockendorf, elle en est séparée par les marnes irisées; l'autre, suivant au sud la vallée de la Moselle jusqu'au delà de Sierk, s'étend vers l'est entre cette rivière et la Sarre, et traverse le bassin de la Nied le long de la frontière

(1) Dufrénoy et Élie de Beaumont, carte en 6 feuilles, 1841.

de France. Plusieurs lambeaux de muschelkalk sont encore indiqués à l'est de Mertzig.

Les marnes irisées, qui recouvrent le groupe précédent depuis les environs de Dockendorf, sont aussi divisées en deux zones plus courtes que celles dont nous venons de parler, et séparées par le lias qui, de Luxembourg, s'avance au nord jusqu'au bord de la Sarre. La zone sud-ouest s'arrête au bassin de l'Alzette, et la zone orientale descend droit au sud, comprise entre le muschelkalk et le lias des bords de la Sure jusqu'à Rodemack, où elle pénètre en France avec les autres groupes de la formation.

Les caractères des trois divisions du trias, dans la partie du Luxembourg qui appartient à la Belgique, ont été décrits par A. Dumont (1). Le grès bigarré y est composé de cailloux, de poudingues de psammites et de calcaires. Les fossiles y sont très rares. Ces couches, faiblement inclinées au S., sont discordantes par rapport aux schistes ardoisiers sur lesquels elles reposent. L'auteur donne une description locale de la vallée de l'Attert, à l'est, jusqu'à Muno, au nord de Carignan, point le plus occidental où ce groupe ait été reconnu. Le muschelkalk comprend des calcaires blancs plus ou moins magnésiens, compactes, blanc grisâtre ou jaunâtre, puis des marnes plus ou moins calcarifères et magnésiennes diversement colorées. Les fossiles y sont indéterminables. Ces assises puissantes sont divisées en bancs ondulés, et reposent sur des marnes grises ou bigarrées avec des couches considérables de gypse gris, compacte, traversé de veines de gypse fibreux et de karsténite mélangée de sel marin. Au-dessus du calcaire est un nouveau dépôt de marnes bigarrées et de gypse salifère plus considérable que le précédent; c'est le groupe des marnes irisées ou du *Keuper*, très peu développé sur le territoire belge. On y trouve des sables, des cailloux et des grès ; dans ces derniers, des empreintes de fucoïdes ont été observées. Ce n'était d'ailleurs que provisoirement que Dumont rapportait ces diverses couches au trias, car il présumait que plus tard elles pourraient être réunies au lias.

Nous ferons remarquer ici que ce géologue si laborieux et si sagace, qui attachait avec toute raison une grande valeur aux caractères minéralogiques et stratigraphiques ou *géométriques*, comme

---

(1) *Mémoire sur les terrains triasique et jurassique de la province de Luxembourg* (*Nouv. Mém. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, vol. XV, 1842).

les appelle, ne donnait cependant presque point de coupes de terrains dans ses mémoires descriptifs ; cette partie graphique si essentielle y est pour ainsi dire nulle. Aussi ses descriptions et ses explications manquent-elles souvent de clarté. Il donnait des cartes géologiques fort bien faites, mais sans les projections verticales qui avaient dû servir à les construire, qui en étaient naturellement la base, et, pour le lecteur, comme la contre-épreuve. Or cette omission et l'obscurité qui doit en résulter se font remarquer dans le petit mémoire dont nous venons de parler, et dont nous n'avons pu qu'indiquer le sujet, de peur de l'avoir mal compris.

En effet, si maintenant nous cherchons à appliquer à sa *Carte géologique de la Belgique* (1) les détails de son mémoire, nous ne trouverons aucun rapport entre ce dernier et la légende explicative de cette carte. Le *terrain triasique* de celle-ci est divisé en deux systèmes : 1° le *système keupérien*, comprenant des *argiles et marnes bigarrées*, *calcaire compacte blanc jaunâtre* (ce premier système embrasse probablement à la fois les représentants des marnes irisées et du muschelkalk) ; 2° le *système pœcilien*, comprenant des *cailloux*, *poudingues*, *gompholite* et *psammite bigarré*. Mais, outre que le premier système se distingue du second par des rayures transverses sur la même teinte, on voit encore que les lambeaux discontinus qui reposent sur le terrain de transition d'Houdemont à Jamoigne et Laquisine, entouré par les méandres de la Semois, sont recouverts d'un pointillé qui n'est pas indiqué dans la légende. Enfin aucun fossile déterminé ne justifie encore ni les *trois* divisions du mémoire, ni les *deux* de la carte. Les lambeaux tout à fait isolés au nord, dont l'un entoure Basse-Bodeux, l'autre sur lequel se trouve Stavelot, et un troisième plus étendu qui porte Malmedy, sont rangés dans le second système de Dumont.

Les limites, la répartition comme les divisions de ce savant s'accordent aussi peu avec celles de la Carte géologique de la France, de sorte qu'un travail descriptif de coordination locale de toute cette partie occidentale du trias nous paraît encore à désirer, et cela d'autant plus que sur sa *Carte géologique de la Belgique et des contrées voisines*, etc. (2), Dumont revient aux *trois divisions* de

(1) En 9 feuilles, sans date ni lieu de publication.
(2) Également sans date ni lieu de publication.

son mémoire. Bien que l'échelle en soit beaucoup plus petite que celle de la précédente, on y voit le muschelkalk distinct des marnes irisées à partir des environs de Rodange, et désigné par l'expression de *système conchilien*, tandis que les marnes irisées conservent celle de *système keupérien*. Le *système pœcilien* est divisé en deux parties, le *grès bigarré* et le *grès des Vosges*. Ce dernier n'existe pas dans la région qui nous occupe, mais on remarquera que l'auteur le range encore dans son *terrain triasique*, au lieu de le réunir, comme la plupart de ses prédécesseurs, au *système permien*, qu'il continue à appeler *terrain pénéen*. Sur cette même carte, tous les lambeaux isolés de l'Eifel et de l'Ardenne sont, comme sur la carte de France, rapportés au grès bigarré. Sur sa *Carte géologique des environs d'Arlon* (1), M. Dewalque s'est conformé aux deux divisions de la grande carte de Dumont, mais qu'il a désignées plus simplement, comme nous, sous les noms de marnes irisées et de grès bigarré.

Dans son mémoire sur la géologie du Luxembourg, M. Bennigsen Forder (2) s'est aussi occupé de la disposition relative du trias et du lias entre le Hundsruck et l'Ardenne. Les limites superficielles n'en sont pas toujours très rigoureusement tracées, à cause de la nature des roches et de l'absence des fossiles. Sur la route de Trèves, les hauteurs de Wirlen-Berg sont formées par les marnes irisées. Elles atteignent 369 mètres d'altitude, et sur leur sommet on trouve encore des plaques minces de grès de Luxembourg. Le muschelkalk gris de fumée, dur, à cassure conchoïde, dans la partie orientale de cette région, à l'ouest, vers les sources de l'Attert, devient celluleux et marneux. Sur les bords de la Sarre et de la Sure, le grès bigarré rouge, rarement blanc, en couches horizontales, ne renferme point d'argile. Il a été employé dans les

---

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 2e sér., vol. II, n° 6, p. 354, 1857.

(2) *Geognost. Beobacht. im Luxemburghischen* (*Arch. für Miner. und Geogn.*, de Karsten et de Dechen, vol. XVII, p. 3, pl. 1-2, 1843). — *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 490. — *Bemerkungen ueber die Entstehung*, etc., Observations sur l'origine de la configuration du système de la Forêt-Noire et des Vosges (*Ibid.*, p. 34). — *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 217. — Voyez aussi : d'Oeyenhausen, de Dechen et de Laroche, *Geognost. Umrisse des Rheinlander*, 1825. — Steininger, *Essai d'une description géognostique du grand-duché de Luxembourg* (*Mém. couronnés par l'Acad. de Bruxelles*, vol. VII, 1826).

anciens monuments de la ville de Trèves, et la *Porta nigra* a été construite avec la variété blanche.

Le puits foré à Mondorff, au nord de Thionville, et poussé jusqu'à 730 mètres de profondeur, a traversé successivement :

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Lias | 54,11 |
| 2. Marnes irisées | 206,02 |
| 3. Muschelkalk | 142,17 |
| 4. Grès bigarré et grès des Vosges | 311,40 |
| 5. Schistes anciens et quartzites | 16,24 |
| Total. . . . | 729,94 |

La source de l'établissement thermal vient seulement d'une profondeur de 502 mètres, et sort du grès bigarré déposé, dit M. Walferdin (1), dans une sorte de golfe du terrain de transition de l'Ardenne à l'ouest, de l'Eifel au nord et du Hundsruck à l'est. Aux environs de ce point, le grès bigarré atteint de 175 à 200 mètres au-dessus de l'orifice du puits. On a vu (*antè*, vol. I, p. 73-75) les résultats des observations thermométriques faites par le même savant dans la craie du bassin de la Seine. Or les instruments descendus dans le puits de Mondorff ont accusé une température de 27°,63 à 730 mètres et de 25°,65 à 502 mètres. Le village est à 205 mètres au-dessus de la mer; sa température moyenne de 9°,7 a été rencontrée dans le puits à 7 mètres au-dessous de la surface du sol, d'où il résulte un accroissement de 15°,95 pour 495 mètres, ou de 1 degré pour 31$^{m}$,04. Cet accroissement, constaté ici dans les couches du trias, est donc sensiblement le même que celui qui avait été observé précédemment dans les forages poussés à travers la craie et le gault.

Les membres de la Société géologique de France réunis à Metz (2) ont eu l'occasion d'étudier, sur divers points du Luxembourg, les caractères des marnes irisées au contact du lias. Ainsi, M. Terquem (3) a fait voir à Hœvelange, près d'Arlon, un grès blanc, friable, non calcarifère, très micacé, recouvrant les marnes irisées schisteuses et alternant avec des bancs de calcaire magnésien.

(1) *Comptes rendus*, vol. XXXVI, p. 250, 1853.— Voyez aussi : M. Welter, *Ibid.*, p. 287, 1845. — *Bull. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, vol. XIV, p. 67, 1847, note de M. de Lafontaine.

(2) *Bull.*, 2$^{e}$ sér., vol. IX, p. 561, 1852.

(3) *Ibid.*, p. 576.

A Helmsingen, au nord de Luxembourg, les pentes inférieures de la vallée sont occupées par les mêmes roches du trias. Autour de Remisch (1), elles renferment aussi des calcaires dolomitiques; et près de Sinz se montrent les premières assises du muschelkalk; c'est une dolomie grenue, grisâtre, sans fossiles, que l'on suit le long de la colline jusqu'à la route de Sierck.

De Kirf à Sarreburg se développent les divers groupes du trias. Le muschelkalk en bancs épais est rempli de fragments de crinoïdes. Des marnes grises et des glaises panachées font le passage du calcaire au grès bigarré, en marquant un niveau d'eau fort important pour le pays. Le grès bigarré supérieur comprend deux assises arénacées et magnésiennes, micacées, très fissiles, et l'inférieur des bancs épais de grès à grain fin, donnant une belle pierre d'appareil. Un peu avant qu'on atteigne Sarreburg, le grès des Vosges succède au précédent et repose presque horizontalement sur les schistes de transition fortement relevés.

La coupe (2) faite entre la basse Sarre et la Moselle, ou de Sarreburg à Remisch, donne une idée satisfaisante de la composition et de la disposition du trias entre ces deux points. A l'est de Mertzig, le grès des Vosges forme la base du plateau qui sépare cette ville de Honzradt, le grès bigarré, les pentes moyennes, et le muschelkalk, les hauteurs. Ce dernier est en bancs minces alternant avec des marnes à *Terebratula vulgaris*, etc. En redescendant à Honzradt, on recoupe les couches dans un ordre inverse, et l'on observe des carrières ouvertes dans le muschelkalk, et d'autres dans le grès bigarré. Le village lui-même est bâti sur le grès des Vosges.

(P. 621 et pl. 4, fig. 5.) Ce dernier, avec ses caractères uniformes habituels, règne aux environs de Forbach, et au sud les collines surmontées de grès bigarré sont couronnées par le muschelkalk. A la côte de Kelschberg, sur la nouvelle route de Forbach à Sarreguemines, on trouve, à la limite des deux grès, des rognons de dolomie disséminés dans une argile sablonneuse panachée. C'est un horizon dont nous aurons à signaler la constance remarquable dans toute la région orientale du trias. Au-dessus viennent les couches arénacées, micacées et argileuses, et de plus en plus schisteuses, où l'on a trouvé quelques empreintes de plantes. D'autres couches

(1) *Ibid.*, p. 609.
(2) *Ibid.*, pl. 4, fig. 2.

sont dolomitiques, accompagnées de véritables dolomies grenues et jaunâtres. Le tout passe graduellement à des argiles bigarrées de gris, de vert et de rouge, annonçant le voisinage du muschelkalk ; puis viennent des marnes grises avec dolomie, du calcaire spathique et des rognons de silex. Les bancs les plus élevés sont des calcaires gris de fumée, très compactes, à cassure un peu conchoïde, renfermant l'*Ammonites nodosus*, la *Terebratula vulgaris*, etc.

Entre Forbach et Saint-Avold, on voit à Hombourg, près de la station du chemin de fer, le grès bigarré en bancs épais plongeant au N.-E., et, à peu de distance, affectant un plongement inverse. Cet accident se répète le long d'une ligne parallèle à l'axe du Thuringerwald. Sur le flanc droit de la vallée près d'Hombourg, les rognons dolomitiques, à la séparation des deux grès, sont bien développés et forment des lits de plus d'un mètre d'épaisseur.

Depuis que nous avons traité du lias du Luxembourg, M. Oppel a constaté, d'après les recherches de M. R. V. Hövel (1), au mois de juin 1858, que la couche à ossements (*bones bed*) du quatrième étage reposait sur les marnes irisées, à deux lieues au sud-est de Luxembourg, près de Dahlheim, et de Ellingen, dans le voisinage de Mondorff. Les restes de poissons et les coquilles qu'on y a trouvés ont offert les mêmes caractères généraux qu'en Bavière et dans le Wurtemberg, et sont venus confirmer l'opinion qui, en plaçant ces couches sur l'horizon de celles de Kössen, les font regarder comme constituant la base du quatrième étage du lias tel que nous le comprenons.

Les couches placées entre les calcaires bleus du lias et les marnes rouges sont des grès calcarifères gris, des grès blancs siliceux, et une arkose qui prédomine vers le haut. Le lit le plus élevé de ce petit système renferme des restes de vertébrés moins nombreux que dans la Souabe et à Lyme-Regis, mais suffisants pour le caractériser : ce sont des dents de *Sargodon tomicus*, Plien., de *Sphærodus minimus* et de *Saurichthys acuminatus*, Ag., des écailles de *Gyrolepis tenuistriatus*, id. Sous ce banc, on trouve à Wolfsmühle près d'Ellingen, une demi-lieue au sud de Dahlheim, des valves de coquilles brisées, peu déterminables, mais parmi lesquelles cependant

(1) *Weitere Nachweise der Kössener Schichten in Schwaben und in Luxemburg* (*Sitzungsb. der K. Akad. der Wissensch.*, vol. XXVI, p. 7, 1858). — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIV, p. 24 des *Notices*, 1858.

M. Hövel croit pouvoir signaler les espèces suivantes que nous avons vues citées dans les couches de Kössen et dans la couche à ossements de l'Allemagne : *Schizodus cloacinus*, Quenst., *Cardium rhœticum*, Mer., *Avicula contorta*, Portl., *Mytilus minutus*, Gold., *Pecten valoniensis*, Defr., *Anomia*, *Mactra*, *Natica*.

Ce fait, qui avait échappé jusque-là aux nombreux observateurs qui ont parcouru le pays avant M. Hövel, semble devoir ramener au même horizon le grès de Martinsart, et fournit un nouveau jalon qui prouve l'étendue de cet horizon déjà connu sur tant de points, et qui relie ainsi par sa position les dépôts situés à l'ouest en Angleterre et à l'est au delà du Rhin.

---

# CHAPITRE III.

## FORMATION TRIASIQUE DE L'EST DE LA FRANCE.

Les dépôts de la période du trias que nous venons d'étudier dans l'Ardenne, l'Eifel et le Luxembourg ne sont que la terminaison vers le N. de ceux, beaucoup plus développés, qui, contournant au S. le bassin houiller de Sarrebruck, remontent un instant au N.-E., le long de ce même bassin, dans le duché de Deux-Ponts, pour redescendre ensuite au S.-S.-O., le long du versant occidental des Vosges. Ils occupent dans cette dernière région une grande partie des départements de la Moselle, de la Meurthe, des Vosges, de la Haute-Marne et de la Haute-Saône. Ils circonscrivent également le versant sud de la chaîne dans les arrondissements de Lure et de Belfort. Quelques affleurements se montrent encore au delà dans cette direction, sur les pentes occidentales du Jura.

Caractères généraux.

Sur le versant oriental des Vosges, dans les départements du Haut et du Bas-Rhin et jusqu'au nord de Weissembourg, une bande triasique discontinue, très découpée, beaucoup moins large que celle de la Lorraine et de la Franche-Comté, borde également çà et là les parties basses de la chaîne, en s'appuyant, d'un côté, sur les roches cristallines, sur le grès rouge et le grès des Vosges, et en s'enfonçant de l'autre sous les dépôts jurassiques et plus récents de la plaine du Rhin.

La grande zone occidentale s'enfonce aussi à l'ouest sous le lias, et s'appuie à l'est contre la bande centrale du grès rouge et du grès des Vosges qui occupe l'axe de la chaîne d'une manière continue, depuis le massif nord, connu sous le nom de *montagne de la Hardt*, jusqu'autour d'Épinal et de Remiremont.

A la suite de voyages d'exploration exécutés en 1821 et 1825, M. Élie de Beaumont a publié, en 1825 et 1828, un mémoire intitulé : *Observations géologiques sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du lias* (1). Ce travail, remarquable à tous égards, a servi de

(1) *Ann. des mines*, 2ᵉ sér., vol. IV, 1828. — *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. I, 1830.

base à ce que l'on a écrit depuis sur ce sujet, que l'auteur a eu lui-même occasion de traiter à deux reprises : d'abord dans le chapitre V du premier volume de l'*Explication de la Carte géologique de la France* (1), ensuite dans le chapitre VIII du second volume de cet ouvrage (2). Aussi nous suffira-t-il, pour donner une idée assez complète de cette partie importante du trias, de suivre le savant auteur dans ce dernier travail où, à ses propres observations, sont réunies celles de ses devanciers, toujours citées avec la plus scrupuleuse exactitude ; mais avant d'entrer dans la description détaillée des groupes, nous emprunterons à ce mémoire quelques généralités qui lui serviront d'introduction.

M. Élie de Beaumont étudie d'abord attentivement le *grès des Vosges*, dont la partie inférieure arénacée, de couleur rouge, à grain fin, plus ou moins argileuse, est comparée au grès rouge ou *rothe todte Liegende* des géologues allemands, et dont la partie supérieure offre des éléments plus grossiers, et souvent est remplie de cailloux de quartz plus ou moins roulés. Il signale un grand nombre d'exemples de la position relative de ce système arénacé avec le grès bigarré qui le recouvre, et il conclut principalement des formes extérieures du sol, que « le dépôt du grès bigarré n'a pas » succédé sans interruption, ou du moins sans secousse, à celui du » grès des Vosges; que ce dernier avait été disloqué et même dé- » truit en quelques points avant que le dépôt du grès bigarré com- » mençât à s'opérer, et que la circonstance de gisement qui rend » ces deux formations distinctes se lie d'une manière intime au » relief des Vosges (3). »

Ainsi se trouva posé stratigraphiquement le premier jalon de la séparation, admise plus tard sur d'autres considérations, entre le terrain secondaire et le terrain paléozoïque ou de transition, entre la formation triasique qui commence l'un et la formation permienne qui termine l'autre.

Passant ensuite aux divers accidents que présente la composition intérieure des Vosges, l'auteur arrive encore à la même conclusion. Ainsi il constate (p. 394) l'existence d'une faille dirigée S. 19° O.

---

(1) In-4°, p. 267, 1841.
(2) In-4°, p. 1, 1848.
(3) *Explication de la Carte géologique de la France*, vol. I, p. 393. — *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. I, p. 56, 1830.

à N. 19° E., et qui, commençant dans le val d'Ajol, suit la vallée de la Moselle de Remiremont à Éloyes, détermine la direction de la Vologne aux environs de Docelles, trace vers l'ouest une limite nette au système des Vosges, et finit sur les bords de la Meurthe, non loin de Baccarat. A l'est, deux failles parallèles reculent successivement en échelon, et une troisième, située au delà, élève brusquement tout le massif du grès des Vosges, entre Bitche et Niederbronn, au-dessus du niveau des plaines de la Lorraine, pour terminer les Vosges à l'est de Lemberg. Cet accident a cela de remarquable, qu'en suivant sa direction N. 18° E. à S. 18° O., sur une longueur de vingt-cinq lieues, on trouve qu'à la hauteur de Lemberg, c'est le côté oriental qui est le plus élevé, tandis qu'à son extrémité sud, c'est le côté occidental. Un peu au nord de Saverne, où le relief de la chaîne est presque effacé, les deux segments sont à peu près horizontaux et presque de niveau.

(P. 398.) La disposition relative du grès des Vosges et du grès bigarré est encore plus marquée sur le versant oriental de la chaîne qui longe la vallée du Rhin. On observe de ce côté une falaise presque continue qui commence au nord de Landau et se prolonge jusqu'à Guebwiller et Sultz. Dans toute cette étendue, le grès des Vosges qui forme la falaise n'est point surmonté par le grès bigarré ni par le muschelkalk, d'où M. Élie de Beaumont conclut qu'elle a dominé la nappe d'eau sous laquelle se déposèrent ces deux groupes, et la faille, ou plutôt la série de failles qui l'a occasionnée, s'est produite entre la période du grès des Vosges et celle du grès bigarré. Ce mouvement aurait eu lieu dans une direction N. 18 à 23° E. Versant oriental des Vosges.

Les points où les dislocations paraissent être le mieux prononcées sont les environs de Mutzig, d'Andlau, la vallée de Munster, le col qui sépare le Mulcheren du ballon de Guebwiller, celui du Hundsruck, entre le Rossberg et le massif porphyrique de Ramersmatt. Une autre faille extérieure qui s'étend de cette dernière localité à Munster a plus de 300 mètres de hauteur. Outre ces accidents, l'auteur fait remarquer encore que la disposition générale de la chaîne en forme de toit, dont la crête centrale représente le faîte, dérive en grande partie d'un léger mouvement de bascule qu'ont éprouvé les divers compartiments séparés les uns des autres par des failles. On reconnaît ensuite que les mouvements éprouvés par le grès des Vosges n'ont fait que changer les niveaux de ses diverses parties, sans déranger bien sensiblement l'assiette de chacune

d'elles ; mais les segments du grès des Vosges se relèvent comme les combles d'un édifice vers la partie centrale de la chaîne. Cette disposition est surtout facile à saisir dans les masses de grès qui aboutissent au Donon, puis au sud, vers Épinal et Remiremont.

De diverses considérations stratigraphiques, le même savant conclut aussi que les formes générales de la partie des Vosges composée de roches anciennes proviennent des mêmes phénomènes qui ont accidenté le grès des Vosges avant le dépôt du grès bigarré, et que la direction de la crête qui coupe celle des roches anciennes est au contraire parallèle aux failles qui traversent le grès des Vosges, et à la direction générale des assises faiblement inclinées de ce dépôt.

Le relief des Vosges, comme celui des Pyrénées, se coordonnerait suivant deux lignes de faîte parallèles dont l'une se termine vis-à-vis du point où l'autre commence : la première s'étend du ballon d'Alsace jusqu'à la montagne qui sépare Sainte-Marie-aux-Mines de la Croix ; la seconde commence près de Saales, se continue par le Donon jusqu'à la montagne de Saverne, pour se prolonger au nord par le bord occidental des Vosges jusque dans la Bavière rhénane. Les caractères particuliers qui résultent du soulèvement du grès des Vosges avant le dépôt du grès bigarré se montrent également dans les montagnes de la Forêt-Noire et de l'Odenwald, sur la rive opposée du Rhin.

Versant occidental des Vosges.

Si maintenant nous portons nos regards plus particulièrement sur la grande zone du trias qui s'étend au pied occidental des Vosges, nous ne pouvons mieux faire, pour donner une idée de ses caractères généraux, que d'emprunter encore les passages suivants au dernier travail de M. Élie de Beaumont (1).

Un aperçu orographique du pays situé à l'ouest des Vosges montre la ceinture extérieure jurassique de la Bourgogne et de la Lorraine formant à l'ouest une courbe concave, dont le bord est plus ou moins découpé, et dont le relief, peu accidenté, présente des profils rectilignes horizontaux dont les altitudes atteignent de 398 à 545 mètres, et s'abaissent généralement du S. au N., suivant le cours de la Moselle. Entre cette falaise jurassique et le pied des Vosges se développe une région plus basse, ondulée, parsemée d'élévations plus ou moins prononcées dont le relief diminue à me-

(1) *Explication, etc.*, vol. II, p. 1, 1848.

sure qu'on se rapproche des montagnes et dont les altitudes se maintiennent au-dessous de celles de la zone jurassique. Cette région est celle du trias.

Les affleurements du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées traversent la Lorraine du N. au S. Le premier constitue une bande située immédiatement au bord de la région montagneuse; sa surface et ses assises plongent faiblement vers l'O.; plus loin le muschelkalk s'élève brusquement au-dessus de lui et se dessine par un relief semblable à celui des récifs calcaires le long de certaines côtes; enfin sur celui-ci s'étendent les marnes irisées formant une série de collines et une région mamelonnée, à contours mollement arrondis. Ces trois zones qui entourent le pied des Vosges s'enfoncent successivement l'une au-dessous de l'autre en plongeant vers l'intérieur de la France. Quoique pénétrant quelquefois dans la chaîne contre laquelle elles s'appuient, elles n'en font pas réellement partie; elles y occupent des bassins à des niveaux assez bas, sans atteindre jamais l'élévation des roches cristallines ou même du grès des Vosges. On a vu, en effet (1), que lors du dépôt du trias, déjà ces montagnes avaient reçu leurs formes principales actuelles, et qu'elles n'avaient éprouvé depuis que des modifications insignifiantes. Les trois groupes du trias se sont déposés dans une mer où les deux chaînes de la Forêt-Noire et des Vosges formaient des îles et des presqu'îles. Le plus ancien de ces groupes, le grès bigarré, a suivi le dépôt du grès des Vosges sans autre interruption que le mouvement qui, comme on vient de le dire, a relevé certaines parties de ce dernier.

Nous décrirons actuellement chaque groupe du trias de la zone occidentale, en commençant par celui des marnes irisées et en nous dirigeant du N. au S.

### § 1. — Groupe des marnes irisées.

Les marnes irisées, dit M. Élie de Beaumont (2), se composent ordinairement de marnes bigarrées, rouge lie-de-vin, gris verdâtre ou bleuâtres, se divisant facilement en fragments conchoïdes et non schisteuses. Vers le milieu de la masse se montre constamment une

(1) *Ibid.*, vol. I, p. 409, 1841.
(2) *Explication*, *etc.*, vol. II, p. 9.

argile schisteuse noirâtre, un grès terreux à grain fin, gris bleuâtre, ou rouge amarante, et une dolomie compacte, grisâtre ou jaunâtre, à cassure esquilleuse, quelquefois celluleuse. Des empreintes végétales s'observent dans les grès et les argiles schisteuses, ainsi que des couches de combustibles plus ou moins exploitables. Les masses de sel gemme constatées à Vic, à Dieuze, etc., appartiennent pour la plupart à la base des marnes irisées, ou sont placées sous les grès et la dolomie. On y remarque souvent aussi des masses de gypse, et d'autres gisements moins constants de cette dernière substance existent encore vers le haut du système.

Département de la Moselle.

La zone des marnes irisées que nous avons vue dans le Luxembourg, comprise entre le lias et le muschelkalk, pénètre en France, non loin des bords de la Moselle, aux environs de Sierck. Au sud-est du village de la Haute-Sierck, des marnes bleuâtres et rougeâtres recouvrent le muschelkalk, et constituent les premiers rudiments du groupe qui forme le sol d'une manière continue jusqu'à Bouzonville, de même que le fond de la vallée de la Canner, jusqu'à sa jonction avec la Moselle. Le gypse, en masses plus ou moins considérables au milieu des marnes irisées, est exploité sur plusieurs points dans des carrières que Monnet avait décrites depuis longtemps (1). A Walmünster, près de Boulay, continue M. Élie de Beaumont, est un gisement de combustible dont les caractères sont intermédiaires entre ceux de la houille et du lignite. Il est mélangé d'argile sulfureuse avec un peu de gypse.

Après avoir contourné par Ancerville, Puttlange et Sarreguemines, le promontoire de muschelkalk, puis occupé l'espace qui sépare la Nied allemande de la Nied française, les marnes irisées s'étendent au sud pour former une surface allongée du N.-E. au S.-O., et une sorte de quadrilatère dont les côtés passeraient par Faulquemont, Sarreguemines, Fenestrange (Moselle), Blamont et Lunéville (Meurthe). Près de Morhange est un second gisement de combustible semblable à celui de Walmünster. Il est accompagné d'argile schisteuse noire, de grès et de dolomie compacte, mais on verra qu'il ne peut être regardé comme représentant l'horizon des argiles charbonneuses du Wurtemberg (*Lettenkohle*). A peu de distance de ce point affleure un calcaire compacte susceptible d'être employé pour la lithographie.

---

(1) *Description minéralogique de la France*, p. 150. — Élie de Beaumont, *Explication, etc.*, vol. II, p. 50, 1848.

MM. Langlois et Jacquot (1) ont étudié les minerais de fer en rognons, stratifiés, subordonnés aux marnes irisées et exploités de 1815 à 1824 dans les bois d'Alzing, de Brettnach, de Volving et de Walmünster au sud-est de Bouzonville. Ces rognons aplatis forment des lits immédiatement au-dessous du grès qui divise le groupe en deux parties. D'abord gris bleuâtre, à l'état de protoxyde de fer, associés tantôt à l'argile, tantôt au calcaire magnésien, ces nodules se transforment promptement à l'air en hydrate de peroxyde brun jaunâtre.

M. E. Jacquot (2) divise les marnes irisées en deux étages. Le plus élevé comprend des couches minces de dolomie marneuse, gélives, quelquefois bréchiformes avec des moules de coquilles et des restes de poissons, et plus bas des marnes panachées de diverses couleurs. A ce dernier niveau appartiennent quelques amas de gypse. L'étage inférieur comprend, à partir des marnes précédentes :

1° Dolomie compacte, fétide, grisâtre ou jaune clair, à cassure unie et mate, en bancs de 0m,30 d'épaisseur, à surfaces unies et lisses (coteaux des bords de la Canner, environs de Morhange et de Grostenquin).

2° Lits de rognons et petites couches de fer carbonaté, lithoïde argileux, grisâtre ou bleuâtre, se décomposant et passant à un hydrate de peroxyde de fer brun ou rougeâtre : ce sont ceux dont on a parlé plus haut ; on y trouve des empreintes de coquilles.

3° Grès à grain très fin, argileux, un peu micacés avec des empreintes d'*Equisetum* et de *Calamites*. Comme la dolomie n° 1, ce grès est un bon horizon géologique pour la partie moyenne du groupe ; il est accompagné d'argiles schisteuses et micacées, noirâtres, avec des empreintes végétales. C'est le niveau du combustible de Piblange, de Walmünster, de Morhange, d'Hilsprich et de Saint-Jean-Rohrbach.

4° Gypse exploité au-dessus et au-dessous du grès précédent, en couches courtes, ou mieux en amas lenticulaires subordonnés aux

---

(1) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. XX, p. 121, 1851.

(2) *Esquisse géolog. et minéral. de la Moselle* (extrait de la *Statistique générale* de ce département), in-8° avec carte et coupes, p. 54. Metz, 1854. — Voyez aussi, pour plus de détails : *Études géologiques sur le pays Messin*, avec carte et coupes (*Ann. des mines*, 5e sér., vol. XI, p. 544, 1857).

marnes. La roche est blanche, saccharoïde ou grenue, quelquefois mélangée de marnes, traversée de gypse fibreux et soyeux en veinules. Toutes les couches superposées à ces lentilles sont bombées ou en forme de voûte, ce que l'auteur attribue à un gonflement de la masse gypseuse. La pierre à plâtre est exploitée à Kœnigsmaker, Elvange, dans toute la vallée de la Canner, à Walmünster, Remelfing, etc. Le sel ne paraît pas exister dans cet étage du département de la Moselle, où sa place est occupée par des marnes qui, dans la vallée de la Nied française, empruntent leur salure à de petits filons de sel gemme. L'anhydrite se rencontre au-dessus de ces marnes.

5° A la base du groupe est encore une assise de dolomie jaunâtre, grenue et même un peu cristalline, qui passe au muschelkalk (environs de Sierck, de Téterchen, entre Faulquemont et Saint-Avold, sur la route de cette ville à Sarreguemines, etc.). Entre cette dolomie inférieure et le grès à combustible, les marnes contiennent souvent de petites plaquettes de gypse quartzifère grisâtre.

La coupe suivante du sondage de Remilly, dans la vallée de la Nied, fait bien connaître la composition de cette division inférieure des marnes irisées en ce point :

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Terre végétale | 1,70 |
| 2. Marne gris bleuâtre | 6,20 |
| 3. Marne rouge assez dure, avec filets de gypse | 2,50 |
| 4. Marne bleuâtre | 20,00 |
| 5. Gypse marneux assez dur | 10,00 |
| 6. Marnes irisées, rouges et bleues, avec gypse | 22,41 |
| 7. Gypse compacte gris, très dur | 1,20 |
| 8. Marne salée, grise et blanche, avec filets de sel gemme. | 0,25 |
| 9. Gypse compacte gris | 2,10 |
| 10. Marne grise et verdâtre, salifère | 5,68 |
| 11. Anhydrite bleuâtre | 3,86 |
| 12. Calcaire dolomitique compacte, gris de fumée | 2,08 |
| 13. Marne grise salifère, avec filets de gypse | 0,77 |
| 14. Calcaire dolomitique, semblable au précédent | 1,92 |
| 15. Marne gris verdâtre | 2,60 |
| 16. Calcaire dolomitique gris très foncé | 0,48 |
| 17. Marne grise et rouge | 14,45 |
| 18. Muschelkalk traversé sur une épaisseur de | 25,55 |
| Total | 123,75 |

On verra plus loin que les trois étages du groupe dans le département de la Meurthe peuvent trouver leurs représentants dans les deux divisions que propose M. Jacquot.

Dans la partie nord du département, à la limite de ceux de la Meurthe et du Bas-Rhin, au hameau de Salzbronn, près Sarralbe, où existe une source salée, un puits de 28 mètres a été creusé dans le gypse gris salifère appartenant au premier groupe, et probablement à sa base. Il représenterait alors le gypse inférieur et le sel gemme, que nous décrirons tout à l'heure plus au sud. En outre, des sondages, poussés au delà jusqu'à 220 mètres du jour, ont fait connaître à M. Levallois (1) l'existence du sel gemme au-dessous du muschelkalk, d'où il résulterait que, sur ce point, les deux niveaux salifères du trias se trouvent placés l'un au-dessus de l'autre, à une distance verticale de près de 200 mètres. Les sondages exécutés depuis 1840 ont prouvé la justesse des aperçus émis par le savant ingénieur dès 1831. Au-dessous de 69 mètres de marnes irisées avec gypse, on a traversé 115 mètres de muschelkalk, 14 mètres de gypse avec argiles salifères, 7 mètres de gypse anhydre, 7 d'argile bitumeuse avec gypse, 2 d'argile rouge, verte, avec des nids de sel orangé fibreux, enfin 19 mètres de sel gemme divisé en 5 bancs séparés par des lits de gypse. On avait atteint une profondeur totale de 243 mètres.

Nous avons omis de signaler (*antè*, vol. VI, p. 420), d'après M. Terquem (2), la présence, à la base du lias, de la couche à ossements que l'auteur réunit aux marnes irisées, et dans laquelle il a reconnu, à la descente de Gondreville, au pied de la côte Saint-Julien, des écailles d'*Hybodus* et quelques dents de *Saurichthys*. Quant aux fossiles des marnes irisées, ce paléontologiste indique seulement le *Pterophyllum Jægeri*, Brong., dans le gisement de lignite de Dragny, qui appartient au deuxième étage, puis une empreinte de *Voltzia* et une Turritelle.

**Département de la Meurthe. Généralités.**

Les marnes irisées forment, dans le département de la Meurthe, des collines arrondies depuis Oermingen jusqu'à Blamont, et atteignent 365 mètres d'altitude au nord de cette ville (3). En se rapprochant des Vosges, après Lunéville, elles constituent, à trois lieues de Rambervillers, la côte d'Essey, élevée de 427 mètres au-dessus

---

(1) *Sur le gisement du sel gemme dans le département de la Moselle, etc.* (*Mém. de la Soc. roy. des sciences, lettres et arts de Nancy*, 1846).

(2) *Paléontologie du département de la Moselle*, in-8°, p. 10. Metz, 1855.

(3) Élie de Beaumont, *Explication, etc.*, vol. II, p. 55, 1848.

de la mer, et s'avançant à l'est comme un promontoire d'où la vue embrasse un très vaste horizon (1).

Entre le bord des plateaux du lias et la limite orientale des marnes irisées dont nous avons indiqué les contours, on a vu que ces dernières occupaient, au nord de Lunéville, une sorte de quadrilatère allongé dont la surface offre des teintes variées et des monticules ou mamelons arrondis, plus ou moins nombreux qui, depuis longtemps, avaient attiré l'attention de Monnet par leur aspect particulier. Ce caractère est d'autant plus prononcé, dit M. Élie de Beaumont, que les amas de gypse sont plus nombreux et plus élevés. Les couches plus récentes se redressent autour d'eux. Entre les parties saillantes, continue-t-il (p. 63), on trouve souvent des ravins profonds entre lesquels se dessinent, sur les flancs des mamelons, de petits escarpements formés par la dolomie qui occupe le milieu de la hauteur du groupe. C'est surtout dans ces ravins que se déploient naturellement les couleurs vives et bariolées auxquelles les marnes irisées doivent leur nom.

La pointe que forment à l'ouest de Lunéville et de Rosières le muschelkalk et ces marnes sépare les régions nord et sud occupées par ces dernières, et les assises jurassiques ne présentant pas de courbures correspondantes, l'auteur est conduit à penser que les dépôts du trias ont pu éprouver sur ce point un mouvement antérieur aux sédiments jurassiques. Cette disposition résulterait d'une ligne de soulèvement dépendant du système du Thuringerwald et du Morvan, passant à Domptail pour se diriger à peu près E. 40° S. et O. 40° N. Cette direction, prolongée d'une part vers les Vosges, rencontrerait la serpentine du Bonhomme, et de l'autre, dans le département du Pas-de-Calais, les affleurements du terrain de tran-

(1) Voyez *anté*, vol. III, p. 318, et vol. VI, p. 405. — Suivant M. J.-F. Lebrun (*Une visite à la côte d'Essey*, dans *Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, vol. VII, p. 196, 1850, omise précédemment), la disposition des couches autour du basalte ne serait pas telle que l'a représentée M. Élie de Beaumont. La roche ignée aurait redressé brusquement toutes les couches du muschelkalk, les marnes irisées et des lambeaux de grès du lias. Le plateau circulaire qu'on atteint avant le sommet de la butte est formé par les tranches des couches redressées. Dans ses *Nouvelles explorations géologiques à Essey-la-Côte* (*Ibid.*, vol. VIII, p. 236, 1853), le même observateur a aussi donné des détails intéressants sur les effets du métamorphisme, sur ceux qu'a produits la roche ignée, etc.

sition. Ces derniers jalonnent la ligne d'Arras à Ferques, qui marque la limite nord du bassin de Paris, et que nous avons désignée sous le nom d'*axe de l'Artois* (*antè*, p. 60).

La région des marnes irisées située au nord de Lunéville se termine d'un côté aux portes de Nancy, de l'autre à celles de Sarreguemines. Le lias les recouvre à l'ouest, et dans les trois autres directions elles s'appuient sur le muschelkalk qui plonge dessous. Les assises du trias offrent ainsi l'aspect d'un bassin dont les bords se relèvent sur trois côtés, et qui est ouvert sur le quatrième. La ville de Dieuze est située vers son centre, et celle de Château-Salins à son entrée. Le cours de la Seille qui passe à Dieuze trace à peu près, à la surface du pays, la ligne suivant laquelle les couches du muschelkalk et des marnes irisées doivent s'enfoncer le plus profondément; d'où il résulte que c'est sur les coteaux de la Seille que doivent se présenter les couches les plus élevées des marnes irisées, tandis que les plus basses se montrent à la circonférence, près des affleurements du muschelkalk. Les unes et les autres correspondent aux descriptions qui en ont déjà été données plus au nord ; mais dans le bassin de Dieuze tout le système est très développé, et il offre plusieurs particularités remarquables, telles que l'existence du sel gemme : cette substance se trouvant dans les assises inférieures, on ne peut l'atteindre que par des travaux souterrains.

Après avoir rapporté les observations de Monnet (1) sur le gypse des environs de Vic, et celles de MM. d'Oeynhausen, de Dechen et de la Roche (2), M. Élie de Beaumont fait remarquer avec Voltz (3) que le gypse des marnes irisées est très cristallin, ressemblant à un amas d'aiguilles très fines. Il est ordinairement d'un blanc pur, parfois rougeâtre ou grisâtre. Gaillardot (4) avait signalé une variété saccharoïde d'un blanc de neige renfermant des cristaux de quartz limpide. Il n'est pas rare non plus de voir des masses traversées par un petit lit de marne bigarrée avec de nombreuses veines de quartz Gypse.

(1) *Description minéralogique de la France*, p. 178.
(2) *Umrisse der Rheinlander*, etc., vol. II, 1825.
(3) *Notice géol. sur les environs de Vic* (*Ann. des mines*, vol. VIII, p. 240, 1823).
(4) Gaillardot, 1815. — Guibal, *Mém. sur les terrains du département de la Meurthe, inférieurs au calcaire jurassique.*

friable d'un gris perle (1). A Dordel, à deux lieues au nord de Dieuze, le gypse est assez solide et homogène pour qu'on puisse le tailler en tables, en montants de cheminée, etc., comme celui de Hackenberg, dont parle Monnet (2).

Aux environs de Vic et de Dieuze, les bancs de dolomie sont ordinairement divisés en lits de $0^m,1$ à $0^m,3$ d'épaisseur, partagés eux-mêmes en feuillets plus minces. La texture de la roche varie à divers niveaux, et certains lits montrent beaucoup d'empreintes d'une petite bivalve. Lorsque la dolomie ne constitue que des couches courtes isolées, plus ou moins épaisses, celles-ci sont appelées *crapauds*. La strontiane sulfatée y a été rencontrée à l'état cristallin et en petits filons.

La coupe du premier puits d'exploitation de Vic a traversé, à partir du jour :

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Marnes irisées | 5,00 |
| 2. Dolomie à grain fin | 5,30 |
| 3. Marnes grises | 3,00 |
| 4. Grès rouge divisé en bancs puissants | 11,00 |
| 5. Grès gris représentant celui qui accompagne le combustible de Walmünster et de Noroy. On y trouve des empreintes végétales (*Equisetum arenaceum*) ayant l'aspect des plantes du grès bigarré, mais d'espèces différentes (3) | 7,50 |

Cet horizon de grès, d'argiles schisteuses et de dolomies compactes est la seule partie du groupe où l'on rencontre des débris organiques reconnaissables. M. Guibal (4) n'a trouvé que la *Posidonomya keuperiana* à Puttigny, une bivalve (*Mya?*) à Deuxville, la *Calyptræa discites* près de Lunéville, puis des Equisétacées, des *Voltzia*, etc. (5).

(1) D'Oeynhausen, de Dechen et de la Roche (*loc. cit.*, vol. II, p. 125).

(2) *Loc. cit.*, p. 177.

(3) Schimper et Mougeot, *Monographie des plantes fossiles du grès bigarré de la chaîne des Vosges*, in-4°, p. 8, 1840.

(4) *Notice sur la géol. du département de la Meurthe* (*Statistique* de ce département, par M. Lepage). Nancy, 1843. — *Mém. sur les terrains du département de la Meurthe, inférieurs au calcaire jurassique* (*Mém. de l'Acad. de Nancy*, 1842). — Gaillardot, *Précis des travaux de la Soc. roy. des sciences de Nancy*, 1825, p. 40.

(5) *Loc. cit.*, p. 6.

Ces couches fossilifères sont séparées du muschelkalk par une série de strates qui dépendent encore des marnes irisées. Ce sont ceux qui ont été décrits sur le pourtour du bassin et qui renferment les bancs de sel gemme de Vic et de Dieuze. Dans le voisinage de ces deux localités, les assises supérieures se montrent seules à la surface, mais les sources y apportent du muriate de soude qui favorise le développement d'une végétation rappelant celle des bords de la mer (*Salicornia herbacea*, Lam. et Cand., etc.). Dépôts salifères.

Le groupe des marnes irisées de Rosières à Sarrable, sur une longueur de plus de 7 myriamètres, offre un grand nombre de sources salées dont les plus importantes ont déterminé la fondation des salines de Dieuze, de Marsal, de Vic, de Moyenvic, de Château-Salins, etc. (1). L'exploitation de plusieurs d'entre elles est antérieure à l'ère chrétienne (2). Dès le VII^e^ siècle, Vic, Moyenvic et Marsal possédaient des salines (3), et celle de Dieuze existait en 895 (4). Un grand nombre d'autres furent établies par la suite.

L'idée que ces sources salées pouvaient annoncer l'existence d'une masse de sel gemme devait, on le conçoit, naître dans l'esprit des observateurs et des exploitants. Ainsi, en 1299, Jean Poiret aurait, dit-on, offert à l'évêque de Metz de lui découvrir de grands amas de sel gemme dans le voisinage des salines existant alors ; mais ce qui est plus certain, c'est la manière dont Guettard, en 1762, comparant le gisement de sel de Wieliczka (5) avec l'aspect du pays dont nous parlons, en concluait que des recherches faites en Lorraine pourraient peut-être conduire à la découverte de quelques mines de sel en roche (6). Monnet partageait d'ailleurs complétement cette manière de voir et désignait ce même pays par l'épithète de *pays à plâtre et à sel gemme* (7).

Ce ne fut cependant que le 7 juillet 1818, et à l'instigation de feu M. Vignon (de Vic), qu'un premier sondage fut entrepris au lieu

---

(1) L. Cordier, *Ann. des mines*, vol. IV, p. 498.

(2) Mathieu de Dombasle, *Ann. de chimie et de physique*, vol. XII, p. 48.

(3) Dupré, *Mém. sur les antiquités de Marsal et de Moyenvic*, p. 59, 1829.

(4) Piroux, *Mém. sur le sel et les salines de la Lorraine* (*Acad. des sciences, belles-lettres, etc., de Nancy*, mai 1791).

(5) Voyez *antè*, vol. II, p. 866.

(6) *Mém. de l'Acad. roy. des sciences*, pour l'année 1762.

(7) *Description minéralogique de la France*, p. 176.

dit le *Haut-de-la-Forêt.* Il fut bientôt abandonné pour un autre point plus rapproché du fond de la vallée, à un kilomètre et demi au sud-ouest de Vic, où, le 19 mai 1819, le sel gemme fut découvert pour la première fois à la profondeur de 65$^{m}$,1. Le sondage fut poussé jusqu'à 166$^{m}$,12, après avoir traversé une épaisseur de 35$^{m}$,19 de sel partagé en 6 bancs, sans que la limite du sixième ait été atteinte. Les bancs de sel n'étaient séparés que par des lits d'argile et de gypse de 0$^{m}$,12 à 0$^{m}$,15 (1).

Sept autres sondages ont permis de s'assurer de la continuité des mêmes couches dans diverses directions (2). En 1823, des travaux souterrains ont été entrepris pour l'exploitation du sel gemme de Vic. M. Élie de Beaumont donne le détail des couches traversées dans ces recherches, que l'envahissement des eaux a fait abandonner au mois de décembre 1825 (3). Après des sondages préparatoires pour s'assurer de l'existence des bancs de sel au-dessous du sol même de la saline de Dieuze, les travaux de la mine furent ouverts le 10 mai 1826 (4).

---

(1) Levallois, *loc. cit.* (*Ann. des mines*), 3$^{e}$ sér., vol. IV, p. 39, 1833.

(2) L. Cordier, *Notice sur la mine de sel gemme qui a été récemment découverte à Vic* (*Ann. des mines*, vol. IV, p. 495). — Darcet, *Notice sur la mine de sel gemme de Vic, suivie du rapport fait à l'Académie des sciences*, le 15 décembre 1823, p. 31. — Dans tous les travaux on a presque exclusivement traversé, pour arriver au sel, des marnes et des argiles avec gypse. Six puits ont atteint le sel gemme ; un septième, poussé jusqu'à 132$^{m}$,9, ne l'a point rencontré. C'est celui qui est le plus rapproché de l'affleurement du muschelkalk jusques auquel on n'est descendu dans aucun d'eux.

(3) Dans cette exploitation, désignée sous le nom de *puits Becquey*, le sel gemme a été trouvé à 67$^{m}$,6 au-dessous du grès et des marnes avec anhydrite et gypse. Il a été poussé ensuite jusqu'à 169 mètres, et l'on a traversé 12 couches de sel d'une épaisseur totale de 65 mètres, séparées par 11 couches de marnes et de gypse en partie anhydre. (Levallois, *Mém. sur les travaux exécutés dans le département de la Meurthe pour la recherche et l'exploitation du sel gemme*, dans *Ann. des mines*, 3$^{e}$ sér., vol. IV, p. 66, 1833, et vol. VI, p. 119, 1834).

(4) Levallois, *Coupe du puits Saint-Étienne* (*Ann. des mines*, 3$^{e}$ sér., vol. VI, p. 123 et 135, 1834). Les travaux ont atteint une profondeur totale de 209 mètres. Jusqu'à la première couche de sel on a traversé 55 mètres de marne et de gypse, en partie anhydre, puis au delà 13 couches de sel d'une épaisseur totale de 58 mètres, séparées par 12 couches d'argile et de gypse.

Les couches sont ici moins inclinées qu'à Vic ; le plongement étant seulement de 1° 1/2 au N., 10° E. Les différents bancs n'y ont pas tout à fait la même épaisseur, mais l'identité des couches traversées dans les deux localités est aussi remarquable que leur correspondance. Le sel est lui-même parfaitement comparable de part et d'autre, formant des masses d'une roche cristalline et diaphane, composée d'un agrégat de cristaux enchevêtrés en tous sens comme dans une cristallisation confuse. La teinte est ordinairement le vert-bouteille ou le gris coloré par l'argile bitumineuse ; il est plus rarement jaune ou blanc. Le sel rouge est coloré par 0,002 de peroxyde de fer ; il n'y a point d'iode, de brome ni de muriate de magnésie, et cette dernière substance que renferme les eaux salées a une autre origine. On y trouve du sulfate de chaux et 2 pour 100 de sulfate de soude (1).

Les autres substances mélangées au sel ou disséminées dans sa masse sont : l'argile bitumineuse, l'argile salifère (*Salzthon*) en veinules, l'anhydrite en rognons, le polyalithe également en rognons, et, dans les cavités du sel blanc, un liquide et un gaz non étudiés encore, enfin quelques autres substances plus ou moins rares. Nous n'entrerons point ici dans les détails pleins d'intérêt que donne M. Élie de Beaumont sur les caractères et l'exploitation du sel, la statistique de ses produits ainsi que sur leur valeur, détails que l'on trouvera dans l'excellent travail que nous avons essayé d'analyser, ainsi que dans celui de M. Levallois, que nous avons si souvent cité (2). Nous ajouterons seulement que la somme des épaisseurs des couches de sel gemme reconnues à Vic est de 65 mètres, et à Dieuze de 58m,3. Il est possible, en outre, qu'il existe encore plus bas des couches inexplorées.

(P. 89.) « Le gypse est, après le sel gemme, la principale richesse » minérale que recèlent les marnes irisées de la Lorraine. Ces deux Gisements du gypse.

(1) Levallois, *loc. cit.* — Voyez aussi A. Burat, *Géologie appliquée*, 1re édit., p. 70, et les éditions suivantes pour un résumé de la statistique des produits du sel gemme et des salines des bords de la mer.

(2) M. A. Digot, *Notice sur les anciennes salines de Moyen-Moutier* (*Mém. de la Soc. roy. de Nancy*, 1846), et M. Levallois (*Ibid.*) pensent que les sources qui alimentaient les puits étaient de véritables eaux minérales, et non des eaux ordinaires devenues salines par le lavage d'un banc de sel ou d'une argile salifère. Le trias ne s'étend pas sous les points où ces puits ont été forés.

» substances, dont on a remarqué depuis longtemps que les gise-
» ments sont généralement connexes, offrent ici dans leurs allures
» des analogies frappantes, et cependant des différences notables.
» L'une et l'autre forment à la fois des masses lenticulaires et des
» systèmes de petits filons; mais les gisements gypseux sont taillés
» beaucoup plus en petit que le gisement salifère, et, par suite, il y
» a, dans les marnes irisées de la Lorraine, une multitude de
» gisements de gypse, tandis qu'il n'y en a qu'un seul de sel
» gemme. »

Ce dernier, comme on vient de le dire, se compose de 13 assises de sel gemme séparées par des marnes et des argiles mélangées de gypse et d'anhydrite, en strates réguliers ou en lentilles assez allongées pour être retrouvées dans toute l'étendue d'une exploitation, et l'ensemble de ces couches et de ces lentilles est lui-même assez vaste pour avoir été retrouvé par des sondages dans un espace de plusieurs myriamètres en tous sens. Le sel fibreux forme de petits systèmes de filons traversant les marnes et les argiles qui séparent les bancs de sel.

Les gisements de gypse sont aussi composés de masses lenticulaires de cette substance et de réseaux de petits filons, mais les lentilles sont moins épaisses et surtout beaucoup moins étendues que les lentilles de sel. Il résulte de sa constitution que chaque gîte a, dans son ensemble, la forme d'un gros tubercule se divisant en couches plus ou moins nombreuses et se terminant d'une manière peu nette.

Les couches qui recouvrent ces gisements (marnes irisées, dolomie compacte, grès ou combustible) se relèvent en s'approchant des marnes gypseuses et se recourbent par-dessus en formant une sorte de voûte (1). M. Élie de Beaumont fait remarquer que les amas de sulfate de chaux qui affectent cette disposition sont hydratés, tandis que les anhydrites subordonnées aux argiles salifères ne la présentent pas, ce qui le conduit à chercher la cause de ce bombement ou de cette tuméfaction des amas de gypse dans un phénomène d'épigénie. Ce savant montre, en effet, qu'en vertu de la différence du

(1) Élie de Beaumont, *Mémoire sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère du lias* (*Ann. des mines*, 2e sér., vol. IV, p. 45; — *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. I, p. 148, 1830; — *Bull.*, 1re sér., vol. VIII, p. 174, 1837).

poids, la substitution, dans une masse calcaire, d'un atome d'acide sulfurique à un atome d'acide carbonique entraîne, comme conséquence, un gonflement dans le rapport de 1 à 12 852 ou de $\frac{285}{1000}$. Or on sait que la congélation de l'eau est accompagnée d'un gonflement de $\frac{75}{1000}$ seulement, qui suffit pour faire éclater les vases les plus solides. Ainsi la tuméfaction presque quatre fois aussi considérable d'un calcaire changé en anhydrite doit de même avoir soulevé et brisé les parties superposées de l'écorce terrestre. Mais si l'on suppose que le calcaire soit changé en sulfate de chaux hydraté, le gonflement de la masse sera bien plus considérable encore; il sera de plus de moitié, et l'on aura un résultat en rapport avec la position de certains gypses des Alpes et des Pyrénées. Quant à ceux des marnes irisées, il est possible qu'il n'y ait pas eu d'autre gonflement que celui produit par l'introduction de l'eau nécessaire pour transformer l'anhydrite en gypse, et occasionner une augmentation de $\frac{648}{1000}$ de son volume primitif, effet suffisant pour imprimer aux couches recouvrantes une disposition analogue à celle que produirait une force éruptive.

Rien, poursuit l'auteur, n'indique précisément que l'anhydrite des marnes irisées provienne d'une épigénie. Elle est certainement contemporaine du sel, comme le prouvent les petits filons, composés en partie de sel gemme fibreux et en partie d'anhydrite fibreuse intimement unis; seulement les masses d'anhydrite, situées dans la portion supérieure du dépôt, auront pris de l'eau, auront augmenté de volume et produit les bombements dont on vient de parler.

(P. 93.) Les dolomies des marnes irisées, compactes, à cassure terreuse, en couches parfaitement régulières, quelquefois même schistoïdes, ont été déposées par les eaux à l'état de dolomie, n'ont éprouvé depuis aucun changement, et le phénomène chimique auquel est due leur composition s'est produit lorsque leurs molécules étaient encore en suspension dans le liquide qui les a abandonnées. C'est dans ce même liquide que se sont déposés le sel et l'anhydrite par une série de réactions d'autant plus complexes, dit M. Élie de Beaumont, qu'elle a aussi donné lieu aux couleurs si variées des marnes irisées. Les teintes rouges sont dues au peroxyde de fer, tandis que ce métal est à l'état de protoxyde, peut-être combiné avec la silice, dans les parties bleues. Comme la manière dont celles-ci suivent certaines fentes peut faire présumer qu'elles résultent de l'altération ultérieure des parties rouges, toujours dominantes d'ail-

leurs, on peut penser que ce serait peut-être de la silice gélatineuse et surtout le peroxyde de fer dans un état de facile altération, qui se seraient produits avec les trois substances précédentes.

La probabilité que tous ces effets dérivent d'une même cause ou opération naturelle, c'est qu'ils s'accompagnent en général mutuellement, et que dans des dépôts arénacés ou argileux, d'âges très différents, colorés en rouge par du peroxyde de fer, des teintes bleues, des dolomies et souvent du gypse et du sel gemme, se manifestent sur une étendue plus ou moins considérable. Quant à la raison de ces faits, l'auteur, prenant en considération toutes les données de la question, convient qu'elle est encore en partie assez énigmatique. Néanmoins ils se sont produits avec une telle persistance et d'une manière tellement prononcée, surtout vers le commencement et vers la fin de la période du trias, qu'ils ont imprimé à l'ensemble de ses dépôts des caractères bien tranchés.

(P. 64.) M. Élie de Beaumont décrit également la région des marnes irisées située au sud de Lunéville, de Noroy à Bayon, puis dans le département des Vosges, où nous le suivrons tout à l'heure.

Dernier travail de M. Levallois.

Les études de M. Levallois, que nous avons citées jusqu'à présent, avaient surtout pour but les recherches qui se rattachent à l'industrie; mais dans un travail plus étendu qui embrasse toute la surface du département de la Meurthe, il en a considéré les divers terrains à un point de vue plus exclusivement scientifique et plus général. Dans son *Aperçu de la constitution géologique de ce département, ou Note à l'appui d'une carte dressée d'après celle du dépôt de la guerre* (1), le savant ingénieur a fait voir que la surface qu'y occupent les marnes irisées avait une largeur de 34 kilomètres sous le parallèle de Fénestrange, 19 seulement au sud, à la hauteur de Gerbeviller, et que leur puissance connue aux environs de Vic et de Dieuze était de 274 mètres. Il y a établi ensuite dans la hauteur trois divisions que nous désignerons par le nom d'*étages*, au lieu de celui de *groupe*, que nous réservons pour toute la série. Pour nous conformer à notre marche habituelle, nous renverserons aussi l'ordre de bas en haut qu'il a adopté avec les auteurs de la Carte géologique de la France, bien qu'il ait commencé sa description par la partie moyenne, pour passer ensuite à la supérieure et finir par l'inférieure.

---

(1) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. XIX, p. 635, 1851.

Ces étages, rattachés au petit nombre de couches pierreuses solides que renferme le groupe des marnes irisées, sont de haut en bas : 1° *gypse et dolomie supérieurs ;* 2° *gypse et dolomie moyens, sel gemme ;* 3° *gypse et dolomie inférieurs* (*Lettenkohle*).

Sur plusieurs points du département de la Meurthe, on observe, à la partie la plus élevée des marnes irisées, des dépôts de gypse recouverts de petits bancs dolomitiques, marneux, à cassure irrégulière, peu suivis, très gélives, et en réalité d'une faible importance comparative. Ils font partie du *premier étage* auquel appartiennent les gypses situés au nord de Lunéville, où ils sont exploités dans plus de 30 localités. On n'y a rencontré que quelques rares empreintes de bivalves et d'univalves indéterminables.

Dans l'*étage moyen*, un calcaire blanc jaunâtre, à cassure mate, magnésien, divisé en dalles minces, déjà signalé par M. Élie de Beaumont (1) sur le revers occidental des Vosges, s'étend dans tout le département, et constitue un précieux repère. Il forme le plateau dans lequel ont été ouverts les puits de la mine de Vic. C'est le *calcaire inférieur* de Voltz (2) que M. Levallois appelle *dolomie moyenne* ou *dolomie moellon*. Au-dessous vient un psammite ou grès argileux, rougeâtre, grisâtre ou panaché, regardé comme l'analogue du *grès de Stuttgard* (Wurtemberg), et renfermant des *Equisetum* et des *Calamites*. Ce serait l'horizon des couches de combustible dont nous avons parlé dans le département de la Moselle, de Noroy, de Saint-Menge et de la Vacheresse, dans celui des Vosges. Plus bas se développe le gypse moyen. La butte de Léomont, à l'ouest de Lunéville, en offre une bonne coupe. On y voit le gypse à la base, le grès à mi-côte et la dolomie servant de couronnement. Les carrières de Lunéville, sur la route de Nancy, sont ouvertes dans ce gypse, ainsi que celles de 17 autres communes du département. Dans les puits de Vic et de Dieuze, le même gypse se trouve associé au gîte salifère de la vallée de la Seille.

Enfin, l'*étage inférieur* s'observe très bien au confluent de la Vezouze et de la Meurthe ; le gypse au moulin de Xerbeviller, et la dolomie à la carrière dite de Sainte-Anne ; de sorte que, dans un espace de deux lieues autour de Lunéville, on trouve réunis à la fois les gypses des trois étages, car celui du second se montre à la sortie de la ville, le long de la route de Nancy, et le supérieur à Crévic.

---

(1) *Ann. des mines*, 2e sér., vol. I, p. 454.
(2) *Ibid.*, 1re sér., vol. VIII, p. 229.

La dolomie de cette division se distingue de celle des autres par sa solidité et sa texture cristalline ; le gypse ne s'y trouve qu'en un point, c'est à la ferme de Beaupré, sur le bord de la Meurthe, en amont de Lunéville. Quant à la dolomie et au grès schisteux, avec empreintes de plantes, on peut les observer d'un bout à l'autre du département.

La dolomie de Sainte-Anne paraît avoir été confondue avec le muschelkalk, exploité en face dans la carrière de Réhainvillier, célèbre par les nombreux fossiles qu'on y a découverts. M. Levallois ne rapporte d'ailleurs aux marnes irisées cette dolomie dans laquelle il y a des fossiles du muschelkalk que parce qu'en cet endroit il existe au-dessous des marnes rouges et violâtres qui doivent encore appartenir, suivant lui, au groupe qui nous occupe, et cela à cause de leurs teintes attribuées au phénomène général qui les a produites pendant son dépôt, et qui ne s'était pas manifesté pendant celui du muschelkalk. Mais si l'on retourne l'argument en attribuant aux fossiles une importance plus fondée que celle attribuée par l'auteur à des teintes résultant de phénomènes chimiques encore inexpliqués, et qui d'ailleurs appartiennent à tous les temps, on arrive à une conclusion inverse, c'est-à-dire à regarder cette dolomie fossilifère de Sainte-Anne comme faisant déjà partie du muschelkalk, dont elle marquerait la fin, tandis que les marnes bigarrées qu'elle recouvre en ce point seraient une sorte de prélude ou d'annonce des causes physiques et chimiques qui, plus tard, ont complétement prévalu.

La distinction de cet étage inférieur permet à M. Levallois d'établir un parallélisme complet entre les marnes irisées de la Lorraine et celles que nous décrirons dans la Souabe (1). Les deux étages supérieurs étaient déjà identiques de part et d'autre, et le dernier l'est également, représentant la division des argiles charbonneuses (*Lettenkohle*) qui renferment en Souabe une houille terreuse. Seulement cette dernière ne serait représentée de ce côté des Vosges que par des empreintes de plantes. Ce qui avait empêché de reconnaître plus tôt ce parallélisme, c'est, comme le fait remarquer l'auteur, qu'on avait pris pour ces argiles charbonneuses le combustible de Noroy (Vosges), de Morhange, de Walmünster, etc. (Moselle), qui dépend du grès de la partie supérieure de l'étage moyen.

---

(1) Voyez *antè*, p. 10*, le Tableau du trias de l'Allemagne.

Or, celui-ci est au-dessus du niveau du sel gemme, tandis que les autres sont au-dessous, et les deux gisements sont séparés par toute la masse des argiles salifères qui, à Dieuze, n'ont pas moins de 209 mètres d'épaisseur.

Les marnes irisées occupent encore, dans le département des Vosges, une surface assez considérable jusqu'au sud de Remiremont; mais ensuite, lorsqu'on se dirige au S.-O. par Noroy, elles ne forment plus qu'un étroit ruban, très flexueux jusqu'aux environs de la Marche, puis au delà dans le département de la Haute-Marne, resserré entre le muschelkalk et le lias. **Département des Vosges.**

La côte de Vérine, élevée de 467 mètres au-dessus de la mer, est, comme celle d'Essey, une sorte de belvédère de marnes irisées surmontées par le grès ou quatrième étage du lias. Plus loin, jusqu'à la Marche, le premier groupe du trias forme, au-dessus du plateau du muschelkalk, une série de coteaux très prononcés qui, près de cette ville, sont précédés de trois collines isolées appelées le mont de la Justice, le mont Saint-Étienne et le mont Heuillon; elles reposent sur le muschelkalk, et deux d'entre elles sont couronnées par le grès du lias (*antè*, vol. VI, p. 402-403).

La coupe qu'en donne M. Élie de Beaumont (1) montre que, dans les buttes de la Justice et de Saint-Étienne, le groupe est partagé, vers la moitié de sa hauteur, par une couche de dolomie compacte, gris-jaunâtre, à cassure esquilleuse, de 2 à 3 mètres d'épaisseur, occupant la même place que celle dans laquelle est ouvert le puits de la mine de sel de Vic. Les couches comprises entre cette dolomie et le muschelkalk représentent aussi celles que les travaux de l'exploitation ont traversées dans cette même mine où ont été rencontrés le gypse anhydre et le sel gemme. D'autres petits bancs de dolomie s'observent encore dans la partie supérieure du groupe, et la couche la plus élevée qui supporte le grès du lias est formée de marne verte.

A Noroy, près de Vittel, on exploite un banc de combustible semblable à ceux de Walmünster, Sarralbe, Morhange, etc., qui s'étend du sud-ouest au nord-est, vers Bulgneville et Saint-Menge. La coupe de l'exploitation de Noroy fait connaître, au-dessous du grès du lias qui occupe le sommet de la colline :

(1) *Explication de la Carte géol. de la France*, vol. II, p. 58, 1848. — *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. I, p. 75 et suiv., pl. 2, fig. 2, 1830.

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Dolomie compacte rougeâtre. . . . . . . . . . . | 3 mèt. |
| 2. | Marnes irisées. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 |
| 3. | Grès effervescent. . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 |
| 4. | Grès micacé schisteux. . . . . . . . . . . . . . | 1 |
| 5. | Argile schisteuse bitumineuse . . . . . . . . . . | 0,50 |
| 6. | Couche de combustible . . . . . . . . . . . . . . | 0,40 |
| 7. | Grès micacé . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2,00 |
| 8. | Marnes irisées . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,00 |
| 9. | Gypse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 8,30 |
| 10. | Gypse imprégné de matières charbonneuses. . . . | 2,00 |
| 11. | Gypse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6,00 |
| 12. | Argile noircie par une matière charbonneuse . . . | 6,30 |
| 13. | Gypse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5,49 |
| 14. | Roche marneuse avec mélange de calcaire. . . . . | 1,50 |
| 15. | Gypse avec des veines blanches . . . . . . . . . | 4,67 |
| 16. | Anhydrite . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,22 |
| 17. | Calcaire . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,50 |
| 18. | Anhydrite . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,36 |
| 19. | Calcaire. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,90 |
| 20. | Anhydrite. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,37 |

Si de la Marche ou de Noroy, continue M. Élie de Beaumont, on suit vers le nord le bord des plateaux du lias jusque dans le département de la Moselle, on voit constamment le grès de sa base reposer sur les marnes irisées qui s'enfoncent jusqu'à une distance inconnue, mais de manière à former probablement le *substratum* d'une portion assez considérable du bassin jurassique du nord de la France, et à aller rejoindre, sous les plateaux jurassiques de la Côte-d'Or, les marnes irisées des bords du canal du centre dans le département de Saône-et-Loire. Les vallées qui découpent les plateaux formés par le lias permettent de suivre, jusqu'à une assez grande distance de leurs limites naturelles, les marnes irisées qui sont dessous; telles sont celles du Madon jusqu'à Haroué et de la Moselle jusqu'à Flavigny. En outre, des failles ou des soulèvements locaux font reparaître les marnes irisées sur des points isolés complétement entourés par le lias, comme à Vezelize au fond de la vallée du Brenon, et sur une petite étendue dans celle du Madon.

Dans sa *Description minéralogique et géologique du système des Vosges* (1), M. Hogard s'est peu occupé du groupe supérieur du trias, et il en a été de même de Rozet dans sa *Description géo-*

(1) In-8° avec atlas in-fol. Épinal, 1837.

*logique de la partie méridionale de la chaîne des Vosges* (1). De son côté, M. de Billy, dont nous avons déjà eu l'occasion de signaler l'excellente carte géologique de ce département (2), et tout en regrettant que le texte de ce beau travail ne soit pas encore publié, a donné un aperçu de la distribution des divers membres du trias et de leurs limites respectives (3). Il place la base du premier groupe à ces marnes rouges superposées immédiatement aux petits bancs de grès, de calcaire et d'argile grise qui dépendent du muschelkalk. On a déjà dit qu'un banc de combustible se trouvait sous les calcaires dolomitiques blanchâtres et qu'il était associé à des grès avec *Equisetum columnare*. Le gypse et le sel gemme du département de la Meurthe y sont représentés par des sources salées à Bettoncourt.

Dans la partie orientale du département de la Haute-Marne, le même groupe occupe le fond d'une multitude de petites vallées dont les pentes supérieures, ainsi que les plateaux qui les séparent, sont formés par le lias. Département de la Haute-Marne.

Dans le département de la Haute-Saône, les marnes irisées décrites par M. Thirria (4) sous le nom de *terrain keupérien*, se lient par des passages insensibles, d'une part au grès du lias, et de l'autre au muschelkalk. Elles y constituent une zone interrompue en deux points, dans les parties nord et est, entre Chalonvillard et Rosières-sur-Mance. Elles forment un lambeau isolé près de Montigny-les-Cherlieux et se montrent par places au fond des vallons sous le grès du lias. Leur stratification tourmentée ne devient régulière qu'au contact des dolomies et des grès; leur inclinaison est alors au S.-O. comme celle des autres terrains. L'épaisseur du groupe est de 70 à 80 mètres. Il constitue des dômes élevés, plus ou moins allongés, dont les flancs sont profondément ravinés. Département de la Haute-Saône. — Travaux de M. Thirria.

L'auteur y distingue trois assises ou étages, mais qui ne paraissent être nulle part tous trois superposés directement. L'*étage supérieur*

(1) In-8°, p. 80, avec carte et coupes, 1834.
(2) *Antè*, vol. VI, p. 402. — *Carte géologique du département des Vosges*, avec coupes, 4 feuilles au $\frac{1}{80000}$, 1850.
(3) *Esquisse géologique du département des Vosges* (*Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, vol. VII, 2e cah., 1850).
(4) *Statistique minér. et géol. du département de la Haute-Saône*, p. 290, in-8° avec carte et coupes. Besançon, 1833.—*Mém. de la Soc. d'hist. natur. de Strasbourg*, vol. I, in-4° avec carte, 1830.

comprend des assises puissantes de marnes avec quelques bancs minces de dolomie marneuse. On peut l'observer sous le grès du lias à Corcelles, à Saint-Remy, à Rosières-sur-Mance, etc.; son épaisseur est de 15 à 20 mètres. Les couches les plus élevées sont bleues; les bancs subordonnés de dolomie marneuse sont peu épais et peu nombreux.

Le *second étage* se compose de dolomies sub-compactes, en bancs puissants, de quelques couches de marnes, de grès et de houille. Un puits creusé en 1827, sur le territoire de Vy-lez-Lure, jusqu'à la profondeur de 26$^m$,88, a rencontré à 13 mètres un premier lit de charbon de 0$^m$,08 et, après une couche d'argile noirâtre schisteuse, un second lit de 0$^m$,16; une marne gypseuse de 6 mètres occupait le fond du puits. A la mine de Corcelles, le charbon, de 0$^m$,60, terreux, avec des veines de gypse et des nodules de fer sulfuré, a été rencontré au-dessous de 32 mètres de marnes diverses irisées, de dolomies et d'argile schisteuse noire. Dans le puits de Bannot, on a trouvé, à peu près à la même profondeur, un lit de charbon de 0$^m$,30, et au-dessous une argile schisteuse noirâtre avec *Equisetum*, *Posidonomya keuperiana* et d'autres bivalves indéterminables. On traverse souvent du gypse avant d'arriver aux bancs de combustible; ceux-ci ne dépassent jamais 1$^m$,50 d'épaisseur et se montrent au jour sur beaucoup de points. Ils n'ont donné lieu à des exploitations régulières qu'à Corcelles, Gouhenans et Gemonval. Dans la première de ces localités, le banc exploité a 0$^m$,66 d'épaisseur; à Gouhenans, il a 0$^m$,70; il est régulier et plonge de 8° à 10° au S.; à Gemonval, sur la limite du département du Doubs, le banc de 0$^m$,80 est régulier, plonge de 40° au S. et, par un changement brusque, de 10° seulement. Des rognons de fer oxydé rouge, à cassure conchoïde et prenant par le poli un aspect métallique, ont été rencontrés sur le territoire de Saponcourt, à quelques mètres au-dessus du banc de charbon.

L'*étage inférieur* renferme le grand dépôt gypseux et l'argile salifère subordonnés aux marnes. Les amas de gypse sont composés tantôt de zones contournées, tantôt de parties anguleuses désunies comme si elles provenaient d'une masse brisée, disloquée par un soulèvement ou par une chute. La roche est terreuse, noirâtre, avec des veines de gypse fibreux blanc; quelquefois elle est saccharoïde, grisâtre, blanchâtre ou rosée; on l'exploite dans beaucoup de communes. Les deux sources salées de Saulnot proviennent sans doute d'un gisement de sel situé dans cet étage. A Gouhenans, on a dé-

couvert, en 1828, un dépôt d'argile salifère et de sel gemme, à la profondeur de 55 mètres. La sonde a fait connaître la série suivante :

| | | Mètres. |
|---|---|---|
| 1. | Marnes bleuâtres, jaunâtres, verdâtres, alternant avec quelques bancs peu épais de calcaire marneux . . . | 16,50 |
| 2. | Dolomie marneuse jaunâtre . . . . . . . . . . . . . . | 18,60 |
| 3. | Gypse saccharoïde, blanchâtre, avec des nids de sel gemme. | 4,65 |
| 4. | Gypse marneux, grisâtre ou noirâtre, avec des veines de gypse fibreux blanc. . . . . . . . . . . . . . | 17,20 |
| 5. | Argile salifère avec des nids de sel gemme pur. . . . . | 5,15 |
| 6. | Gypse saccharoïde blanchâtre. . . . . . . . . . . . . | 0,08 |
| 7. | Gypse marneux avec des nids d'argile salifère. . . . . | 3,80 |
| 8. | Sel gemme pur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,08 |
| 9. | Gypse marneux grisâtre. . . . . . . . . . . . . . . . | 0,60 |
| 10. | Marne schisteuse grise, alternant avec deux petits bancs de calcaire sablonneux grisâtre, paraissant appartenir au muschelkalk. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2,70 |
| | Total. . . | 69,36 |

On n'a rencontré aucune couche de charbon, bien que celui-ci existe à peu de distance ; mais M. Thirria présume que ce sondage est tombé précisément sur une protubérance de la masse gypseuse autour de laquelle le combustible formerait une ceinture. Nous ne savons pas jusqu'à quel point l'observation directe a justifié cette présomption qui impliquerait l'antériorité du bombement de la masse gypseuse, ce qui ne s'accorderait peut-être pas avec la cause assignée à ce bombement ni avec ce que l'on observe dans les gisements analogues. Si, au contraire, elle était fondée, les couches charbonneuses ne devraient nulle part avoir participé au désordre de la stratification des dépôts gypseux, désordre dont la date se trouverait ainsi déterminée.

D'autres sondages exécutés sur le même territoire et sur celui d'Athesans qui y est contigu, de même que sur celui de Champey, ont offert des résultats à peu près semblables, et qui prouvent que le gypse de la Haute-Saône recèle du sel gemme avec des argiles salifères subordonnées, probablement en amas à la base des marnes irisées.

Le savant ingénieur fait remarquer (p. 305) que ce groupe, composé comme on vient de le dire, a dû être formé en partie par voie mécanique et en partie par voie chimique ou de dépôt après dissolution, et que ces deux modes d'action ont exercé leur influence tantôt alternativement, tantôt presque simultanément. Quant à la

présence de la magnésie dans tous les calcaires, il l'attribue à des évaporations magnésiennes qui auraient accompagné les phénomènes ignés ou les commotions de l'intérieur du sol. Cette perturbation survenue pendant le dépôt des marnes irisées aurait détruit les végétaux terrestres qui croissaient sur les bords du bassin et qui ont produit la houille. Mais cette hypothèse ne nous semble pas suffisamment appuyée par les caractères stratigraphiques généraux du système, ni surtout par la présence de la magnésie dans toute la hauteur de la série. Elle ne nous paraît pas non plus en rapport direct avec la production de telle ou telle dislocation à tel ou tel niveau déterminé ; aussi préférons-nous l'explication de M. Élie de Beaumont que nous avons rappelée ci-dessus, et qui s'accommode mieux avec les caractères généraux de ces divers dépôts.

On peut remarquer d'ailleurs que les trois étages indiqués par M. Thirria, en 1830 et 1833, dans les marnes irisées de la Haute-Saône, correspondent sensiblement à ceux que M. Levallois a reconnus plus tard dans le département de la Meurthe, et qu'on les retrouverait certainement dans celui des Vosges qui les sépare, à en juger par les détails que nous avons reproduits. Il ne s'agirait plus que d'y déterminer leurs limites respectives pour voir ces divisions se continuer sur tout le versant occidental et méridional de la chaîne.

Observations diverses.

Dans ses *Recherches sur les altérations des roches stratifiées sous l'influence des agents atmosphériques et des eaux d'infiltration* (1), Ebelmen a fait voir que la houille, toujours supérieure aux masses de gypse, à la profondeur de 30 ou 40 mètres au-dessous de la surface du sol, était pénétrée et cimentée par du sulfate de chaux, et séparée seulement de la masse gypseuse proprement dite par un lit d'argile très mince. Lorsqu'au contraire elle est exploitée à la surface, elle est tendre, sans gypse, et celui-ci ne se trouve qu'à 30 ou 40 mètres plus bas, ce qui prouverait que le gypse a été dissous sur ses affleurements jusqu'à cette même profondeur par l'action prolongée des eaux superficielles. A sa place on trouve une marne sans solidité, représentant le résidu de la décomposition du gypse marneux et qui recouvre le muschelkalk, toutes les fois que la ligne de jonction des deux groupes se fait sur des plateaux peu accidentés. Lorsqu'au contraire les marnes irisées forment des buttes isolées ou des escarpements rapides, le gypse affleure à la base en blocs irré-

(1) *Comptes rendus*, vol. XXXIII, p. 678, 1851.

guliers, désunis, autour desquels la stratification des couches marneuses est très contournée. Les apparences singulières de ces gisements s'expliquent par les effets des eaux d'infiltration, effets auxquels l'auteur attribue aussi la disposition des amas de gypse tertiaire que nous avons décrits nous-même dans la vallée de la Marne (1).

La couche de houille de l'arrondissement de Lure se trouve entre la grande assise de dolomie et le gypse qui recouvre le sel gemme. Elle est, suivant M. Drouot (2), presque plane ou faiblement inclinée au S.; quoique constante à ce niveau, elle n'est cependant pas susceptible d'exploitation; son épaisseur ne dépasse pas $0^{m},60$. Elle renferme 7 pour 100 de pyrites en veinules et en rognons. A 30 mètres de profondeur, de nombreuses veines de gypse ramifiées la pénètrent en tous sens. Cette substance manque vers le haut, probablement par suite de l'action des eaux superficielles dont nous venons de parler. L'analyse des échantillons de Mallans, de Melcey et de Corcelles annonce une composition assez analogue à celle de la houille de Noroy analysée par M. Regnault. Son pouvoir calorifique est égal à celui du combustible de Gouhenans. Les pyrites et le gypse, qui font les 15 pour 100 de la masse, ne permettent de l'employer ni pour la fabrication du coke, ni pour les travaux métallurgiques, ni même pour en extraire le gaz d'éclairage.

Département du Doubs

Commençant au nord de Belfort, dans le département du Haut-Rhin, les marnes irisées constituent une bande étroite, dirigée au S.-O., et qui longe le lias à la limite des départements de la Haute-Saône et du Doubs, entre la vallée de ce nom et celle de l'Oignon, sur le bord de laquelle elle se termine près de Mondon. Au sud-est de Montbozon, sur le prolongement de cette ligne, un affleurement de marnes irisées, entouré de lias, se voit à l'ouest de Besançon entre Pouilley et Audeux. Il en est de même dans la vallée du Doubs, au sud de Baume-les-Dames, puis à l'est de Roulans, près de Laissey, et à Beurre, au sud de Besançon; enfin à Abans, au nord de Quingey, cinq autres affleurements du premier groupe sont alignés parallèlement aux précédents, et presque toujours accompagnés ou entourés par le lias.

(1) D'Archiac, *Descript. géolog. du département de l'Aisne*, p. 208-209, 1843.

(2) *Essai sur des échantillons de houille des marnes irisées* (*Ann. des mines*, 4^e^ sér., vol. I, p. 683).

M. Renaud-Comte (1), suivant les idées systématiques de J. Thurmann qui, comme on l'a vu (*antè*, vol. VII, p. 9), subordonnait, dans les cartes et les coupes, les divisions géologiques naturelles à de pures considérations orographiques, réunit dans un même groupe (groupe *keuperliasique*) le lias et les marnes irisées, qu'il distingue néanmoins dans ses profils par des teintes d'intensité différente. Le muschelkalk constitue le *groupe conchylien* de l'auteur. Plusieurs des coupes de la première planche de ce mémoire montrent les relations de ces deux groupes du trias avec les assises jurassiques qu'ils supportent, et peuvent être utilement consultées.

**Département du Jura.** Sur plusieurs points du département du Jura, très éloignés les uns des autres, les marnes irisées affleurent par suite de la disposition particulière du sol et des accidents stratigraphiques qui les ont amenées au jour. On les trouve indiquées d'abord le long du pied nord et nord-ouest de la montagne de la Serre, près de Montigny (2), ensuite autour de Salins, et de ce point à Saint-Lothain, à l'ouest de Poligny, au nord et au sud de Lons-le-Saulnier. Dans le bassin supérieur de l'Ain, un affleurement s'observe au Grand-Nan, au nord-ouest de Nozeroy, puis entre Nogna et Dompierre, au sud-est de Lons-le-Saulnier (3).

Comme pour la formation jurassique, on doit à Charbaud (4) des données précieuses sur les marnes irisées de ce pays. Si dans le département de la Meurthe, a dit plus récemment M. Levallois (5), elles ont une allure constante et une pente à peine sensible, dans le département du Jura, au contraire, les inclinaisons et les brisures sont très prononcées, surtout à Salins. A Montmorot, un kilomètre et demi à l'ouest de Lons-le-Saulnier, le sel gemme, en 1831, fut atteint à la profondeur de 129$^{m}$,12 ; le travail a été poussé jusqu'à

---

(1) *Mém. et comptes rendus de la Soc. d'émulation du Doubs*, 1846, p. 38, 2$^{e}$ vol., t. II.

(2) Thirria, *Carte géologique du département de la Haute-Saône*, 1830-1833. — E. Richard, *Aperçu géognostique sur les environs de Moissey* (*Bull.*, 1$^{re}$ sér., vol. VIII, p. 149, 1837).

(3) Dufrénoy et Élie de Beaumont, *Carte géologique de la France*, 1841.

(4) *Géologie des environs de Lons-le-Saulnier* (*Ann. des mines*, 1819).

(5) *Note sur le gisement du sel gemme dans le département du Jura* (*Ann. des mines*, 4$^{e}$ sér., vol. VI, p. 149, 1844).

164$^{m}$,29, sans qu'on soit sorti de la masse de sel dont l'épaisseur connue est ainsi de 35$^{m}$,17. Cette substance est tantôt blanche, tantôt rouge, plus ou moins mélangée d'argile. Les couches qui la recouvrent sur une épaisseur de 129$^{m}$,12 sont des marnes rouges, grises ou noires, presque toujours gypseuses, avec quelques dolomies. On y a trouvé aussi de la polyalithe comme à Dieuze.

Ces marnes irisées, recouvertes par le lias, représenteraient exactement celles de la Lorraine. La dolomie y est aussi puissante, et au-dessous existe le grès psammite comparé par l'auteur au grès de Stuttgard, avec une houille stipite subordonnée et du gypse plus bas. On a vu que dans le département de la Meurthe, il y avait une seconde masse de gypse supérieure à la dolomie, et peut-être celle de Courbouzon, située à 3 kilomètres au sud-ouest de Lons-le-Saulnier, y correspondrait-elle ?

Le fond de la vallée de Salins est occupé par les marnes irisées avec du gypse et des dolomies, ses pentes par le lias et les couches oolithiques inférieures (*antè*, vol. VI, p. 674). Celles-ci présentent leurs tranches à l'axe de la vallée, qui serait une vallée d'élévation. Une faille existe dans la direction de ce même axe. Le gypse, ici comme dans le nord, forme des amas indiqués par des gibbosités à la surface du sol, et les couches de marnes qui les recouvrent se moulent sur leurs contours. Dès 1822, M. Levallois avait indiqué cette disposition au-dessus du gypse de Saint-Léger-sur-Dheune (Saône-et-Loire) et de Vic (Meurthe). Les teintes du gypse sont très-variées, et il est d'autant plus blanc qu'on s'élève davantage. Quelques traces de combustible se montrent aux environs dans le grès psammite. Le sondage exécuté au fond de la vallée a été poussé jusqu'à 244$^{m}$,06, dont 236$^{m}$,24 composés d'alternances de marnes rouges, bleues, blanches, plus ou moins gypseuses, de gypse marneux, diversement coloré, ou blanc et pur, de dolomies jaunes ou marneuses passant au grès, et de 7$^{m}$,82 de sel gemme diversement coloré alternant avec du gypse et des argiles salifères.

M. J. Marcou (1) a divisé le groupe qui nous occupe en *trois étages*, et chaque étage en deux *groupes*, ce qui fait six divisions dans cet ensemble de couches encore fort imparfaitement connu, puisque les coupes n'atteignent point le muschelkalk aux environs de Salins.

(1) *Notice sur la formation keupérienne dans le Jura salinois*, in-4°. Salins, 1846.

Néanmoins ce géologue trouve que les trois *assises* établies par M. Thirria dans le département de la Haute-Saône ne sont point dans un ordre de superposition exacte, parce que le savant ingénieur des mines à qui l'on doit la première bonne monographie géologique départementale n'aurait rencontré la série complète dans aucune localité. En outre, M. Marcou croit que la grande assise dolomitique, signalée comme un bon horizon par M. Élie de Beaumont et par les autres observateurs qui ont étudié les mêmes dépôts plus au nord, n'a point l'importance qu'on lui attribue. Cet horizon, suivant lui, serait même inexact, parce que, dit-il, il n'y a que peu ou point de fossiles, et qu'il est facile de le confondre avec d'autres couches de dolomie. Mais ces critiques nous semblent encore peu justifiées, ne s'appuyant que sur des résultats bornés et sur l'examen d'un pays très limité comparé au vaste développement que prend le trias dans les plaines de la Lorraine.

Contrairement à l'opinion de M. Gressly, le même géologue pense que les gypses, le sel et les dolomies sont contemporains des marnes qui les entourent, ce qui, comme on l'a vu plus haut, est la manière de voir de M. Élie de Beaumont, bien que M. Marcou, en citant le premier mémoire de ce savant, semble lui attribuer une opinion différente. En réalité, la divergence existerait tout au plus sur les résultats occasionnés dans la Lorraine par le changement de l'anhydrite en sulfate de chaux hydraté. Enfin l'auteur termine cette note par une critique très vive du travail de M. Levallois dont nous venons de parler : « La gorge où la saline et la ville de Salins se » trouvent placées, dit M. Marcou (p. 10), n'est pas du tout une » *combe keupérienne* et *liasique*, avec deux *épaulements oolithi-* » *ques*, mais bien un *ruz de soulèvement* qui traverse la formation » oolithique inférieure, le lias et une partie du keuper. » Mais nous ne pouvons encore trouver ici qu'une discussion de mots mal compris et mal interprétés, prouvant une fois de plus les inconvénients que nous avons déjà signalés de l'introduction dans la science, sans aucune nécessité, d'expressions purement locales qui n'appartiennent à aucune langue (*antè*, vol. VII, p. 7, note). En effet, le soulèvement existe : voilà le caractère stratigraphique essentiel; la faille signalée par M. Levallois existe également : peu importent donc les mots par lesquels on exprime ces faits, quoiqu'il y ait toujours avantage à employer ceux qui sont compris de tout le monde.

Dans un travail ultérieur, M. J. Marcou (1) a eu occasion de revenir sur ce sujet avec plus de détails. Les marnes irisées, fort répandues, dit-il (p. 10), dans la partie occidentale des monts Jura, offrent, aux environs de Salins, un certain développement. Placées au fond de cirques entourés par le lias, elles affleurent sur un fort petit espace, et le plus souvent sont recouvertes par les éboulements des escarpements oolithiques qui les surmontent; aussi est-il difficile de les étudier dans la plus grande partie de la chaîne. Ce n'est que sur quelques points, où les roches environnantes ont éprouvé des dénudations très considérables, qu'on en distingue les différentes assises. C'est au pied de la falaise jurassique qui bordait le grand lac tertiaire de la Bresse que l'on peut le mieux observer les dépôts de ce groupe, s'étendant sans interruption depuis la base du mont Poupet, près de Salins, jusqu'à Montmorot, près de Lons-le-Saulnier, sur une longueur de 50 kilomètres. Il suit les contours de la falaise et affleure encore, à une grande élévation, dans les vallées transversales qui unissent le premier escarpement au second.

Sur la Carte géologique de la France, dont cette partie est due aux recherches si attentives de M. Élie de Beaumont, cette continuité n'existe pas. Il y a, au sud-ouest de Poligny, entre la vallée de la Brene et celle de la Seille qui toutes deux s'ouvrent à l'O., un plateau jurassique occupé par les territoires de Frontenay, de Mantry et de Bréry, sans aucun autre affleurement, même du lias.

Les nombreuses carrières à ciel ouvert pratiquées dans le voisinage de Salins ont offert à M. Marcou des coupes dont l'ensemble lui a permis de présenter un tableau général de la composition des marnes irisées de ce pays, tableau que nous traduirons comme il suit, en nous gardant bien toutefois d'en tirer, pour les autres régions où les dépôts sont régulièrement développés sur une vaste échelle, à la fois horizontale et verticale, aucune conclusion théorique ou systématique que l'état des choses ne comporte pas ici.

---

(1) *Recherches géologiques sur le Jura salinois* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 8, avec carte et coupes, 1848).

| | | | Sous-étages. |
|---|---|---|---|
| Groupe des marnes irisées des environs de Salins. | 1er étage (31,50). | Macigno, grès ordinaire et grès à empreintes végétales. Calcaire fétide cloisonné. | 1er. |
| | | Schistes et calcaires à *Cypricardia*, subordonnés. Grès de Boisset. | 2e. |
| | | Marnes argileuses irisées et calcaire avec un banc de dolomie subordonné. | 3e. |
| | 2e étage (49 mètres). | Gypse blanc et grès. 1er banc de dolomie. | 1er. |
| | | Gypse blanc compacte, amygdaloïde. Marne gypseuse rouge lie-de-vin. 2e banc de dolomie. | 2e. |
| | 3e étage (73 mètres). | Marne, grès micacé et houille. Gypse noirâtre et rouge, avec cristaux de sulfate de chaux. 3e banc de dolomie. | 1er. |
| | | Marnes salifères. Sel gemme. | 2e. |

La puissance totale connue du premier groupe; dont la base n'a jamais été atteinte, est donc ici de 153m,50, c'est-à-dire un peu plus de la moitié de celle que nous lui avons déjà vue, et nous le trouverons encore bien autrement développé à l'est et au sud-est. En outre, d'après la disposition même des affleurements tels que l'auteur les indique, on ne peut attribuer à la coupe qu'une importance locale. Ainsi l'étage supérieur, comme le comprend M. Marcou, ne renferme ni gypse, ni sel; il est exclusivement composé de marnes irisées, de grès, de schistes avec quelques couches minces de calcaire. L'étage moyen manque aussi de cristaux de gypse, de polyalithe et de gypse rouge pourpre, tandis qu'il y a beaucoup de gypse blanc saccharoïde, de marnes gypseuses rouge lie-de-vin et de dolomie. Quant à l'étage inférieur, il comprend le sel gemme, les marnes salifères, du gypse noirâtre et rouge, des cristaux de sulfate de chaux, des argiles plastiques et de la houille. Les divisions appelées *groupes* par l'auteur, et qui ne sont pour nous que des *sous-étages* ou seulement des *assises*, ont des caractères généraux sans doute moins prononcés, et leur distinction absolue est aussi moins facile. On conçoit, au reste, que nous n'essayerons point de comparer ces divisions observées sur une si petite échelle avec celles que nous avons vues admises au pied du versant occidental des Vosges et

que nous retrouvons encore aux environs de Lons-le-Saulnier, d'après la coupe qu'a donnée M. Boyé (1).

Les sondages exécutés en 1849, sur le territoire de Montmorot, ont prouvé l'existence du sel gemme jusqu'à la profondeur de 198 mètres, sans que le muschelkalk ait été atteint. On a traversé, à partir du grès et des marnes arénacées, avec des bancs calcaires subordonnés appartenant au quatrième étage du lias (*antè*, vol. VI, p. 700) :

1. Marnes de diverses couleurs avec quelques bancs dolomitiques subordonnés et masses de gypse . . . . . . 62 mèt.
2. Grande assise de dolomie (horizon géologique du nord), divisée en deux bancs . . . . . . . . . . . . . . . . 10
3. Marnes sableuses et schisteuses avec grès subordonné. . 15
4. Couche de houille, le plus ordinairement à l'état rudimentaire dans le Jura. . . . . . . . . . . . . . . . . . 00
5. Marnes de diverses couleurs avec des bancs de dolomie subordonnés . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 40
6. Alternances de marnes et de sel gemme. Cette dernière substance ne forme quelquefois qu'une seule couche dont l'épaisseur connue au trou de sonde de Cornoz est de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 35

A une distance de 500 mètres de ce sondage, cette assise n° 6 de 27$^{m}$,35 d'épaisseur a présenté huit bancs de sel distincts, d'une épaisseur totale de 15$^{m}$,78 et séparés par des lits de marne. Le gypse, rencontré entre le sel gemme et les dolomies moyennes (n° 2), existe aussi au-dessus de ces dernières, soit en petites masses, soit disséminé comme dans le puits de Cornoz, soit enfin en amas exploitables (vallée de l'Étang-du-Saloir). Le gypse des carrières de Grozon et de Salins appartient, suivant M. Boyé, à ce dernier niveau.

Département de l'Ain.

Le seul affleurement des marnes irisées marqué sur la Carte géologique de la France dans le département de l'Ain se trouve à l'est de Lagneu, formant une bande étroite, allongée du N.-O. au S.-E., qui accompagne la petite zone de lias déjà signalée (*antè*, vol. VI, p. 701). M. C. Millet (2) les a décrites au village de Gratoux, situé à l'ouest de Saint-Rambert. Elles donnent au sol du pays des teintes

(1) *Notice sur la géologie des environs de Lons-le-Saulnier*, avec carte et coupes (*Mém. de la Soc. d'émulation du Doubs*, 2$^{e}$ sér., 1$^{er}$ vol., 1850-1851).

(2) *Bulletin*, 1$^{re}$ sér., vol. X, p. 72, 1839.

variées de gris, de jaune, de vert et de rouge lie-de-vin. Des bancs calcaires y sont subordonnés et renferment des restes d'ossements, des dents et quelques coquilles. Les marnes contiennent des débris de sauriens. Les marnes verdâtres ont surtout offert un grand nombre de vertèbres et de plaques osseuses. Vers le haut de la coupe, des bancs de grès blanc, rougeâtre ou jaunâtre, alternent avec des marnes renfermant encore beaucoup d'os de poissons et de reptiles. C'est la couche à ossements de la base du lias que recouvrent ici les assises inférieures de ce groupe (*antè*, vol. VI, p. 701). Le tout est d'ailleurs parfaitement concordant et le plongement est à l'O., sous un angle de 18° à 20°. A l'ouest de Gratoux, en montant vers Luisandre, l'auteur signale, le long d'un petit ruisseau, la coupe suivante de bas en haut :

1. Calcaire magnésien grésiforme.
2. Calcaire magnésien en bancs subordonnés aux marnes.
3. *Id.*
4. *Id.*, avec des ossements, gris jaunâtre et verdâtre ou rougeâtre, fendillé et dont les parois des fentes sont tapissées de carbonate de chaux. La roche, très dure, a une texture grenue. Des ossements y sont disséminés çà et là.
5. Grès inférieur du lias avec des dents et d'autres restes de poissons et de sauriens. Il est gris jaunâtre, à gros grains de quartz vitreux. « Ce banc, dit M. Millet, pourrait être considéré comme un conglomérat de fragments calcaires, d'os et de dents de vertébrés. Nous avions omis précédemment (vol. VI, p. 701) de mentionner ici cette base du quatrième étage du lias.

Dans l'arrondissement de Nantua, les marnes irisées sont plus développées à l'ouest de la vallée de Champfromier, dans les mamelons de Carre, de Sauges et de Comberre, au pied du massif occidental qui ferme cette vallée et borde le plateau de Montanges. Leurs caractères sont d'ailleurs semblables à ceux des marnes irisées de Gratoux, particulièrement à l'ouest du village. Elles supportent le lias à stratification concordante en plongeant à l'O. de 15° à 20°. On exploite des masses de gypse dans la partie inférieure. Dans la supérieure, cette substance est cristalline, d'un très beau blanc ou rosâtre. Des feuillets de gypse sont intercalés dans des marnes grises ou bleues plus ou moins accidentées. Le gypse et les marnes sont intimement liés.

Des bancs isolés, brunâtres, noirâtres, très celluleux ou cloisonnés, offrent des cavités tapissées ou remplies d'une poussière grise ou jaune, ocreuse, tachante. On y rencontre aussi des lits d'argile

noire, schisteuse, avec des empreintes végétales, des calcaires magnésiens gris jaunâtre, des grès passant à un calcaire grenu et siliceux, appartenant au lias inférieur. Lorsqu'on traverse le ruisseau qui se réunit à la Valserine, les marnes irisées constituent des talus assez considérables, et leur composition est bien mise à découvert. On en observe encore des traces au-dessous du lias, dans la vallée de Vaux-Févroux, entre Torcieu et Lagnieu, au sud-est de ce dernier point sur la route de Saint-Sorlin (c'est le lambeau indiqué sur la Carte de France). Ces divers affleurements, qui sont la continuation et la réapparition au sud de ceux du département du Jura, se trouvent à 750 et 800 mètres d'altitude dans la vallée de Chamfromier, et à 450 et 500 dans celle de Gratoux.

## § 2. — Groupe du muschelkalk.

Depuis le Luxembourg jusque sur la limite des départements de la Haute-Saône et du Doubs, le groupe du muschelkalk forme une bande continue accompagnant celle des marnes irisées dans toutes ses inflexions et la séparant de celle du grès bigarré. Nous suivrons par conséquent pour sa description le même ordre géographique du N. au S.

Département de la Moselle.

Les calcaires qui le constituent, dit M. Élie de Beaumont (1), reposent sur le grès bigarré entre Dalheim et Tromborn, dans la vallée de la Nied, où les couches marneuses du grès passent à un calcaire grisâtre ou verdâtre, marneux et schistoïde, formant les premières assises du muschelkalk. Le village de Tromborn repose sur les couches les plus élevées, caractérisées par l'*Ammonites nodosus*, l'*Avicula Bronnii*, la *Terebratula vulgaris*, et l'*Encrinus liliiformis*. De Sierck à Trèves, le même groupe occupe les coteaux qui bordent la Moselle ; à Sierck, les premières couches sont de calcaire gris, compacte ou celluleux, ou encore jaunâtre, sub-saccharoïde, avec beaucoup de petites coquilles indéterminables. Le reste de la série, qui est très puissante, ne renferme pas de fossiles. Ces caractères, différents de ceux du muschelkalk ordinaire, rappellent au contraire les calcaires magnésiens du même horizon aux environs

(1) *Explication de la Carte géologique de la France*, vol. II, p. 34, 1848.

de Bourbonne-les-Bains. Comme partout, il repose sur le grès bigarré et est recouvert par les marnes irisées.

Il se dirige aussi à l'E., vers Deux-Ponts, avec le groupe inférieur, et couronne les collines qui, vers le sud, limitent le bassin de Sarrebruck. Aux environs de cette dernière ville, on y observe des rognons de silex noirs ou jaunâtres, passant au hornstein, et plus rares dans les assises supérieures que vers le milieu de la masse. On y signale des Térébratules, des Ammonites (1) et des grains de minerai de fer jaune semblable au *bohnerz*.

(P. 36) La coupe faite depuis la Sarre jusqu'à Hellimer, et passant par Forbach, Œtingen, Metzing et Puttlange, montre la série complète du trias, comprise entre le terrain houiller et le grès des Vosges de la vallée de la Sarre au-dessous, et le grès du lias au-dessus. Le muschelkalk y atteint au Kelschberg 389 mètres d'altitude; c'est un calcaire compacte, gris de fumée, avec *Terebratula vulgaris*, *Ammonites bipartitus*, *Avicula Bronnii*, etc.

En sortant de Longeville, on trouve sur la route de Metz, au-dessus des calcaires ordinaires de ce groupe et vers le haut de la côte, un calcaire blanc jaunâtre, complétement oolithique. Les bancs présentent des divisions prismatiques qui traversent même les plans des couches et partagent la masse en prismes irréguliers ou en tronçons de colonnes de 8 à 10 centimètres de haut, se fondant dans la masse non fendillée. La roche ressemble aux calcaires oolithiques de la formation jurassique. Entre Frécourt et Villers, au sud-ouest de Bionville, on rencontre une dolomie qui paraît déjà alterner avec des couches dépendantes des marnes irisées.

A partir de ce point, le muschelkalk, comme on l'a dit, s'étend vers l'E.-N.-E. jusqu'aux environs de Deux-Ponts, puis tourne brusquement avec le grès bigarré pour se diriger au S.-S.-O., en accompagnant de loin le pied des Vosges. M. Élie de Beaumont le suit par Sarrable, Fénestrange et Sarrebourg. Les sondages de Salzbronn ont prouvé que sur ce point le sel gemme était dans le muschelkalk, et probablement dans sa partie inférieure, au niveau du gypse, quelquefois salifère, signalé à la jonction du second et du troisième groupe (*antè*, p. 85).

---

(1) *Von Oeynhausen, von Dechen und von Laroche, Geognost., Umrisse der Rheinlander zwischen Basel und Mainz.* Essen, 1835, vol. II, p. 77.

Lors de sa réunion à Metz, en 1852, la Société géologique de France a pu constater les caractères et la position du muschelkalk sur la route de Mertzig à Sarreburg, sur celle de Sarrebruck à Saint-Avold, aux environs de Forbach, etc. (1). Dans son cours sinueux à travers le département de la Moselle, dit M. Jacquot (2), la bande du muschelkalk est d'une largeur très inégale. Rétrécie à Sierck, où elle entre sur le territoire français, elle se développe beaucoup à la hauteur de Bouchepora, puis, après avoir tourné vers le N.-E., elle diminue aux environs de Saint-Avold où elle n'a qu'un kilomètre. Elle s'épanouit davantage à l'ouest de Sarreguemines et pénètre au sud de cette ville dans le département du Bas-Rhin en acquérant une étendue d'un myriamètre et demi.

L'auteur distingue, dans le second groupe du trias, deux divisions ou étages : le supérieur, dans lequel dominent les calcaires, l'inférieur particulièrement argileux et marneux.

Les calcaires du *premier étage*, assimilés aux *calcaires de Friedrichshall* en Wurtemberg (*antè*, p. 10*), sont assez variés. D'abord compactes, à cassure conchoïde, gris de fumée, tachés ou veinés de jaune, en bancs peu épais, alternant avec de petits lits de marnes grises ou verdâtres à nodules calcaires, ils occupent la partie moyenne de cette division et renferment des fossiles très nombreux, surtout à la surface des bancs (*Ammonites nodosus*, *Terebratula vulgaris*, *Avicula socialis*). Au-dessous, les bancs sont plus épais, de teintes moins foncées, remplis de grains verts et de débris d'Encrines qui en rendent la cassure lamellaire. On y trouve des silex en rognons se fondant dans la pâte de la roche environnante. Enfin une troisième variété est oolithique, gris jaunâtre, traversée de veines spathiques (ferme de Finseling, au-dessus de Longeville, au Kelschberg près de Forbach, côte de Dourdhal, etc.). Les bancs sont aussi séparés par des lits d'argile et ils succèdent immédiatement aux assises marneuses de l'étage inférieur.

Lorsque le groupe est le mieux développé, les bancs à *Ammonites nodosus* sont recouverts de dolomies grenues, jaunâtres, avec des

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IX, p. 609 et 622, 1852.

(2) *Esquisse géol. et minér. du département de la Moselle*, p. 48, in-8° avec carte et coupes (extrait de la *Statistique générale de ce département*, 1854). — Voyez aussi, pour plus de détails : *Études géologiques sur le pays Messin*, avec carte et coupes (*Ann. des mines*, 5e sér., vol. XI, p. 544, 1857).

veinules spathiques, ou bien sub-saccharoïdes, gris bleuâtre, dégageant sous le choc une odeur fétide. On y trouve des moules de coquilles semblables à celles des bancs calcaires minces supérieurs des autres localités, et ces dolomies alternent aussi avec des marnes grises ou verdâtres qui forment en quelque sorte le passage aux marnes irisées (environs de Boulay et de Bouzonville, pierre de taille de Brouck). Près de Sierck, les calcaires de ce premier étage sont remplacés par des dolomies saccharoïdes, celluleuses, âpres au toucher, en bancs épais, gris de fumée, tachés de jaune, dont quelques-uns renferment des fossiles et d'autres des grains verts.

L'*étage inférieur* passe par des argiles plastiques, un peu micacées, bigarrées de rouge, de vert et de gris, aux couches minces et argileuses du grès bigarré sous-jacent. On voit ces argiles aux environs de Sierck, de Sarreguemines, etc., où elles renferment, comme à Coume, près de Boulay, à Bambiderstorff, Longeville et Théding, près de Forbach, du gypse blanc, compacte ou saccharoïde, constituant des masses assez puissantes mais peu étendues. Ces amas, entourés de petits filons de la même substance, de structure fibreuse, sont recouverts de gros bancs de dolomie marneuse. Au-dessus viennent des marnes schisteuses, grises et jaunâtres, souvent dolomitiques, sableuses et micacées. On y trouve subordonnés des silex bruns ou noirâtres, en rognons ou en plaques, des dolomies grises, celluleuses, avec des veinules spathiques, du quartz grenu blanchâtre, en rognons, enfin des dolomies marneuses ou sableuses, grises et jaunes. Pour M. Jacquot, cet ensemble de couches de l'étage inférieur du muschelkalk de la Moselle représenterait le *groupe de l'anhydrite* de M. d'Alberti (voyez le Tableau *antè*, p. 10*).

C'est dans le gypse de cette division que circulent les eaux salées rencontrées à une profondeur de 460$^{m}$,48 dans le sondage de Mondorff et qui ont donné lieu à l'établissement thermal de cette localité (1). D'autres sources minérales, analogues à celles-ci, sortent du même niveau dans la vallée de la Moselle, circonstance qui se rattache évidemment au gisement de sel gemme, que M. Levallois a fait connaître près de Salzbronn, à la base du muschelkalk, et dont

(1) Jacquot, *Notice géologique sur les environs de Sierck* (*Mém. de l'Acad. de Metz*, 1852-53, 1$^{re}$ partie, p. 246).

nous avons déjà parlé en donnant la coupe du sondage qu'on y a pratiqué (*antè*, p. 85), ainsi qu'à d'autres sources salées qui ont leur origine à ce même niveau.

Partout la superposition de ce groupe au grès bigarré est concordante, comme le montre la coupe donnée par M. Jacquot (pl. 2, fig. 3 de son mémoire). Les assises plongent à l'O. ou au S.-E. suivant la direction de la bande qu'elles constituent. Leurs affleurements forment une ligne de coteaux, placée au-dessus et un peu en arrière de celle du grès bigarré. A cette superposition des deux groupes correspond une crête assez élevée qui est l'accident le plus considérable du pays compris entre la Sarre et la Moselle. Il résulte aussi du relief du sol et de la disposition des deux étages du muschelkalk que ceux-ci occupent des étendues très inégales. L'inférieur, ne formant que des coteaux, se projette horizontalement suivant une bande très-étroite qui accompagne toutes les sinuosités du grès bigarré, tandis que la surface de l'étage supérieur correspond non-seulement aux tranches de ses couches, mais encore à une étendue considérable des assises les plus élevées qui ne sont pas recouvertes par des dépôts plus récents. Cette inégalité est d'ailleurs d'autant plus prononcée que l'inclinaison des strates est plus faible.

Le sondage de Salzbronn dont nous avons parlé plusieurs fois permet d'évaluer de 150 à 200 mètres la puissance totale du muschelkalk, que l'on peut étudier surtout entre Coume et Guerting, à la côte de Longeville et dans celle du Kelschberg sur la route rectifiée de Forbach à Sarreguemines, dont l'auteur a donné un profil très instructif (pl. 2, fig. 1 de son mémoire.)

Le muschelkalk du département de la Moselle ne présente nulle part d'exploitations étendues qui aient favorisé la découverte de beaucoup de fossiles (1). C'est le plus ordinairement à la surface des bancs marneux, aux environs de Bouzonville et de Bionville, qu'on rencontre des ossements et des dents de sauriens et de poissons. Dans la tranchée de la station du chemin de fer de Saint-Avold, abondent les coquilles acéphales entières ; à Sarralbe se montrent des Cératites ; à Boulay et à Grosrederchin les Crinoïdes, etc. Sur 67 espèces qu'on a découvertes, 24 sont restées sans dénomina-

(1) O. Terquem, *Paléontologie du département de la Moselle*, in-8°, p. 8, 1855.

tions spécifiques ; les 43 suivantes ont pu être déterminées par M. Terquem : *Calamites arenaceus*, Brong. (1), *Encrinus liliiformis*, Lam., *Pemphix Sueurii*, H. de Mey., *P. Albertii*, id., *Terebratula vulgaris*, Schloth., *Lingula tenuissima*, Bronn, *Ostrea spondyloides*, Schloth., *O. difformis*, id., *O. placunoides*, de Münst., *Pecten discites*, Hehl, *P. vestitus*, Gold., *Lima lineata*, Desh., *L. striata*, id., *L. costata*, de Münst., *Mytilus eduliformis*, Schloth., *M. minutus*, Gold., *Gervillia socialis*, Quenst., *Nucula gregaria*, Münst., *Ceromya*, *Pleuromya radiata*, Ag., *P. musculoides*, id., *P. Lebruni*, id., *P. ventricosa*, id., *Pholadomya* (*Ceromya*, Ag.), *Dentalium lœve*, Schloth., *Turritella scalata*, Gold., *Ammonites enodis*, Quenst., *A. nodosus*, Brug., *A. semipartitus*, Gaill., *Nautilus bidorsatus*, Schloth., *Phytosaurus cylindricon*, Jœg., *Acrodus Gaillardoti*, Ag., *A. minimus*, id., *Ceratodus*, *Hybodus plicatilis*, Ag., *Gyrolepis tenuistriatus*, id., *G. Albertii*, id., *Saurichthys conoideus*, id., *Colobodus scutatus*, Gerv., *Placodus gigas*, Ag., *Nothosaurus* (fragments divers), *Mastodonsaurus* (dent).

**Département de la Meurthe.**

La zone du muschelkalk du département de la Meurthe, qui se dirige presque N., S., des environs de Rosbach (Bas-Rhin) jusqu'au delà de Blamont, est d'une largeur assez uniforme dans toute son étendue et peu flexueuse; mais elle s'agrandit beaucoup sous le parallèle de Lunéville, où elle s'avance fortement vers l'O. pour redescendre au S. en passant dans le département des Vosges.

La coupe du canal de la Marne au Rhin a fait connaître la présence de dolomies dans les assises supérieures du grès bigarré qui passent au muschelkalk (2). Comme entre Büst et Metting, on trouve du gypse au même niveau, ainsi qu'aux environs de Sierck et de Sarrebruck. On l'exploite près de Sarrebourg (3) et d'Hattigny (4). Des lits de silex noir s'observent aussi fréquem-

---

(1) Nous avons dû changer dans cette liste, à la suite des espèces, un certain nombre de noms d'auteurs qui n'étaient pas exacts.

(2) Élie de Beaumont, *Explication de la carte géologique de la France*, vol. II, p. 41, 1858.

(3) Il ne faut pas confondre cette ville avec celle du même nom, située aussi sur la rive droite de la Sarre, au sud de Trèves, et que nous avons citée plus haut, mais en l'écrivant *Sarreburg*, suivant l'orthographe allemande.

(4) Guibal, *Mémoire sur les terrains du département de la Meurthe*, etc., p. 23 (*Mém. de l'Acad. de Nancy*, 1842).

ment sur la rive gauche de la Sarre, de Lorquin à Sarrebourg, etc.

M. Élie de Beaumont décrit le muschelkalk des environs de Niederhoff et de Blamont, où M. Guibal (1) a signalé le *Palinurus Sueurii* et un autre crustacé, puis les localités de Domptail et de Xermaménil, au sud-sud-ouest de Lunéville, où la roche présente quelques modifications particulières, des lits de silex gris noirâtre et des ossements de sauriens. Les carrières de Réhainviller, et en général celles de la vallée de la Mortagne ont fourni un grand nombre de fossiles aux recherches persévérantes de Gaillardot et de Perrin (*Nautilus bidorsatus*, *Rhyncholithes hirundo*, *Conchorhynchus Gaillardoti*, *Avicula socialis*, *Myophoria pes anseris*, *M. vulgaris*). Dans un banc situé plus bas des os de grands sauriens ont été rencontrés, puis vient au-dessous une couche pétrie de *Terebratula vulgaris*, de Nucules, d'Avicules avec les *Ostrea complicata*, *lævigata*, *striata* et *difformis*, la *Natica Gaillardoti*, la *Lima striata*, etc. Plus rarement on y trouve les *Ammonites nodosus* et *bipartitus*. Une lumachelle, inférieure à cette même couche, dont elle est séparée par une marne argileuse gris verdâtre, a présenté des dents de *Simosaurus Gaillardoti*, de *S. Mougeoti*, de *Nothosaurus Andriani*, de *N. mirabilis* (Herm. de Mey.) (2), des coprolithes, des dents, des fragments de mâchoires, des écailles, des rayons, des nageoires de poissons (*Acrodus*, *Psammodus*, *Hybodus*, *Placodus*, *Cœlacanthus*, *Gyrolepis*, *Saurichthys*, etc.) Toutes ces couches calcaires sont plus ou moins bitumineuses. Les cavités des coquilles renferment parfois des pyrites de fer ou de la galène disséminées (3).

M. Levallois (4) a établi dans le muschelkalk de ce même département deux divisions désignées, l'inférieure sous le nom de *groupe marneux*, la supérieure sous celui de *groupe calcaire*. Elles semblent correspondre aux deux *étages* que nous avons vus proposés dans le département de la Moselle, et d'un autre côté l'analogie avec le même groupe en Allemagne se manifesterait aussi dans toute l'étendue du département, depuis Metting au nord de Phalsbourg, jusqu'à Magnières au sud de Gerbéviller (5). Les coupes du ravin

(1) Guibal, *loc. cit.*, p. 20.

(2) Guibal, *loc. cit.*, p. 34.

(3) *Von Oeynhausen und Dechen*, etc. (*loc. cit.*), p. 75, 82.

(4) *Aperçu de la constitution géol. du départem. de la Meurthe* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. XIX, p. 635, 1851). — Voyez aussi : *Ann. des mines*, 4e sér.. vol. II, p. 1, 1847.

(5) Levallois, *Mém. sur le gisement du sel gemme dans le dépar-*

de Sarrebourg et de la rive gauche de la Meurthe en face d'Azérailles, montrent les marnes schisteuses avec leurs silex bruns et les dolomies cloisonnées ainsi que les divers calcaires jaunes, gris, compactes ou oolithiques. L'étage désigné en Allemagne sous le nom de *calcaire ondulé* (*Wellenkalke*) (*antè*, Tableau, p. 10[a]) n'aurait pas de représentant en Lorraine suivant M. Levallois, et il serait, d'après ce savant, difficile d'assigner le véritable niveau des dépôts salifères mentionnés dans le département de la Moselle, parce qu'il y a aussi au delà du Rhin du gypse et du sel gemme dans des argiles panachées de la partie supérieure du grès bigarré. Néanmoins il est disposé à ranger comme on l'a dit dans le muschelkalk les couches salifères en question.

Depuis longtemps le groupe triasique moyen de la Lorraine est connu par la richesse de sa faune, et nous renverrons le lecteur au tableau général qu'en a dressé M. J.-F. Lebrun (1), tableau dans lequel sont aussi reproduites les listes de fossiles (animaux et végétaux) du grès bigarré et des marnes irisées du même pays. Il serait à désirer que ce travail fût repris et complété au point de vue des rapports numériques des divers étages entre eux, afin qu'on pût en déduire leur degré d'affinité et les modifications qu'a subies l'organisme pendant toute la période du trias. L'indication des localités manque aussi dans ces listes, de même que les noms d'auteurs à la suite de chaque espèce. Un certain nombre de fautes pourraient en outre y être signalées, telle est la citation des *stylolithes* qui ne sont nullement des traces de corps organisés, mais des surfaces de frottement striées, celle de la *Nummulites Althausi*, qui n'est pas non plus un corps organisé, mais un simple *ludus*, celle de l'*Astræa pediculata* qui n'est point une espèce du trias, etc. Ce tableau, qui ne peut donc être consulté qu'à titre de renseignement, comprend environ

---

*tement de la Moselle et sur la composition générale du muschelkalk, en Lorraine* (*Mém. de la Soc. roy. des sc. et arts de Nancy*, 1846).

(1) *Ann. de la Soc. d'Émulation du département des Vosges*, vol. VII, p. 209, 1850. — Voyez aussi : *Observations sur les fossiles du calcaire conchylien de la Lorraine* (extraites d'une lettre de M. Gaillardot fils ; *Ann. des sc. natur.*, 2e sér., vol III, p. 46). — Lesamy, *Notice sur le* Simosaurus Gaillardoti *du muschelkalk de Domèvre* (*Mém. de la Soc. roy. des sciences de Nancy*). — A. Mougeot, *Note sur quelques fossiles nouveaux, rares ou déterminés d'une manière incertaine, du trias des Vosges* (*Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1429, 1847).

225 espèces d'animaux, dont 17 sauriens, 38 poissons, 46 mollusques céphalopodes et gastéropodes, 98 acéphales et brachiopodes, des Serpules, des radiaires échinides et crinoïdes, et 38 végétaux.

Département des Vosges

Après avoir pénétré dans le département des Vosges, la zone de muschelkalk ne tarde pas à se recourber fortement au S.-O. par Châtel, Dompierre et la Marche, pour contourner ensuite le grès bigarré au S. et au S.-E., à travers les départements de la Haute-Marne et de la Haute-Saône. Au delà de la Moselle, dit M. Élie de Beaumont (1), le muschelkalk forme une série de coteaux dont la crête constitue, sur une certaine étendue, la ligne de partage des eaux qui coulent au N. vers l'Océan et au S. vers la Méditerranée. Tels sont les coteaux de Dommartin-aux-Bois et d'Harol, élevés de 434 mètres au-dessus de la mer. Le groupe se poursuit, toujours bien développé, aux environs de Vittel, de Contrexeville et de Charmes, où il forme la rive droite de la Moselle et où les assises supérieures renferment l'*Ammonites nodosus*, la *Terebratula vulgaris*, l'*Avicula socialis*, la *Lima striata*, etc. En aval de la ville il s'enfonce sous les marnes irisées, et, à partir de ce point, la Moselle coule à travers des formations plus récentes jusqu'à Sierck, sur la frontière du Luxembourg, où nous l'avons vue traverser de nouveau le muschelkalk.

M. Hogard (2) le décrit comme composé à la base de marnes argileuses, calcaires, feuilletées, alternant avec des lits minces de calcaires marneux, de grès et de dolomie. La partie moyenne est caractérisée par des calcaires compactes, gris ou bruns, sub-cristallins, avec des calcaires marneux jaunâtres et des marnes bleuâtres. Les fossiles y abondent, surtout les Térébratules, les Limes, les Myophories, les *Mytilus* et plus particulièrement l'*Ammonites nodosus*, les débris de poissons, de sauriens et de tortues. La partie supérieure offre des alternances de marnes argileuses et de lits minces de calcaires compactes, et quelquefois des brèches composées de fragments de calcaire, de dolomie, de grès, réunis par un ciment calcaire ou argileux. Les restes de reptiles et de poissons s'y montrent très rarement, et ceux de ces derniers sont toujours des fragments de leurs parties solides et jamais des empreintes

(1) *Explication*, etc., vol. II, p. 46, 1848.

(2) *Descript. minér. et géol. des régions granitiques et arénacées du système des Vosges*, in-8°, p. 206, avec atlas in-f°, 1 carte, 9 pl. de coupes et 3 de fossiles. Épinal, 1837.

laissées par les parties molles. Dans la liste des fossiles du muschelkalk donnée par l'auteur, on voit encore figurer, comme un radiaire, les stylolithes qui n'ont rien d'organique, puis quelques plantes, 25 espèces de mollusques dont 15 sont communes au grès bigarré, 1 crustacé, 14 poissons placoïdes, 13 ou 14 ganoïdes 2 reptiles sauriens et des chéloniens indéterminés.

Lors de sa réunion extraordinaire à Épinal en 1847, la Société géologique de France (1) a visité les carrières de Girecourt près de cette ville, où se rencontrent la *Lima lineata*, le *Mytilus eduliformis*, la *Turritella obsoleta*, la *Terebratula vulgaris*, etc. Les fragments de tige de l'*Encrinus liliiformis* donnent à la roche une texture lamellaire. Il y a en outre l'*Ammonites nodosus*, des débris de sauriens, etc. Près de Deyvillers, un lambeau de muschelkalk accidenté par une faille renferme une grande quantité de *Lima lineata* et *striata*, d'*Ostrea subanomia*, etc.

M. A. Mougeot (2) a fait connaître plusieurs fossiles nouveaux du muschelkalk de ce département et des départements voisins, et communiqué des observations sur diverses espèces déjà connues. Nous avions trouvé dans les carrières de Magnières, près de Lunéville, le premier échantillon de polypier qui ait été rencontré jusque-là dans le muschelkalk de la Lorraine (3). Depuis lors dans les carrières de Girecourt une autre espèce a été observée, qui avec l'*Astræa polygonalis* et la *Spongia triasica* compose à peu près toute la faune zoophytologique du trias de l'est.

Plus récemment M. de Billy (4), dans une note explicative de la carte géologique du département des Vosges, fait remarquer que, vers sa base et vers son sommet, le muschelkalk, malgré ses caractères généraux si tranchés, passe insensiblement, d'une part au grès bigarré et de l'autre aux marnes irisées, par des bancs minces de calcaire magnésien alternant avec de petites couches de grès ou d'argile. Dans celles de la base il a observé des pseudomorphoses

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1401, 1847.

(2) *Ibid.*, p. 1429.—Voyez aussi : *Bull.*, 1re sér., vol. VI, p. 19. 1834. L'auteur y mentionne des restes de poissons, de sauriens et de chéloniens.

(3) D'Archiac, *Notes inédites*, 1837. — *Sarcinula* ou *Stylina Archiaci*, Mich., *Iconogr. zoophytol.*, pl. 2 et 3, 1840.—*Favosites*, id., d'Orb., 1849.

(4) *Esquisse géologique du département des Vosges* (*Ann. de la Soc. d'Émulation des Vosges*, vol. VII, 1er cah., 1850).

cubiques de sel en grès; or, d'après ce que l'on a vu, le sel ne descendant pas au-dessous du muschelkalk dans cette région, l'auteur a pu prendre ces mêmes couches pour la limite inférieure du groupe. De semblables pseudomorphoses rencontrées aussi dans la partie supérieure sont encore rapportées au muschelkalk quoique avec moins de certitude, à cause de la présence habituelle de cette substance à la base des marnes irisées. Enfin le savant ingénieur fait observer que, sur les deux versants des Vosges, des sources minérales sortent du second groupe ou bien près de sa jonction avec le grès bigarré (Niederbronn et Soultz-les-Bains (Bas-Rhin), Saint-Vallier, Contrexeville (Vosges), Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne).

Le muschelkalk qui se prolonge au sud de la Marche occupe la partie orientale du département de la Haute-Marne, autour de Bourbonne-les-Bains (1) et en particulier le bassin de l'Aparice. Il est recouvert par de nombreux lambeaux de marnes irisées de même que sur les limites des départements des Vosges et de la Haute-Saône. **Département de la Haute-Marne.**

Dans ce dernier, il forme une bande sinueuse, interrompue par places et qui s'étend de Bousseraucourt à l'ouest jusqu'à Chalonvillard au pied du mont Salberg, à la limite du département du Haut-Rhin à l'est. Sa plus grande largeur est de 6 kilomètres; sa stratification est très nette, et les couches plongent de 12 à 15° au S. Son épaisseur, fort atténuée le long de cette région méridionale des Vosges, ne dépasse pas 15 mètres. Il se compose d'alternances de calcaires, de dolomies et de marnes offrant les caractères que nous avons indiqués dans les localités précédentes. Les calcaires compactes occupent l'assise inférieure et renferment l'*Ammonites nodosus* et la *Terebratula vulgaris* aux environs de Vauvillers. A Saulnot, Villers-la-Ville, Bouhans, Équevilly, l'*Encrinus liliiformis* est très répandu. Le calcaire marno-compacte constitue presque exclusivement l'assise supérieure (Ormoy, Montdoré, Villersexel, etc.). La dolomie cristalline ou sub-lamellaire existe à différents niveaux dans les deux assises, mais particulièrement dans l'inférieure. Le calcaire désagrégé appartient à la plus élevée. On y trouve la *Myophoria pes anseris* et le *Myacites ventricosus*. Le calcaire brèchiforme compacte est subordonné à l'assise inférieure (2). **Département de la Haute-Saône.**

(1) M. Walferdin a signalé dans cette localité une vertèbre rapportée au genre *Nothosaurus* (*Bull.*, 1re sér., vol. VI, p. 19. 1834).

(2) Thirria, *Statistique minér. et géol. du département de la Haute-Saône*, p. 306, in-8° avec carte. Besançon, 1833.



Le muschelkalk se lie d'une part aux marnes irisées, de l'autre au grès bigarré, non-seulement par une stratification concordante mais encore par le passage insensible des roches à Ormoy, Montdoré, Bourbeville, Anchenoncourt et Athesans, où les marnes irisées reposent sur le muschelkalk. A mesure qu'on s'approche du contact, le calcaire devient plus marneux, les alternances avec les marnes plus fréquentes, et les teintes passent du gris au verdâtre et au rougeâtre, de manière à rendre très difficile la séparation des deux groupes. La liaison du deuxième avec le troisième n'est pas moins intime par les dolomies qui se voient à leur jonction (Saulnot, Athesans, Fontenois, etc.).

Département du Jura. Plus au sud le muschelkalk ne paraît affleurer nulle part dans le département du Doubs, et, dans celui du Jura, nous ne le voyons indiqué que sur le versant nord-ouest de la montagne de la Serre à l'extrémité nord de ce département (1).

Ed. Richard (2) a donné de cette montagne une description sommaire dans laquelle il a décrit à Moissey un calcaire gris jaunâtre, presque compacte, d'apparence magnésienne, dégageant sous le choc une odeur fétide, et qu'il n'a pas hésité à rapporter au muschelkalk. Celui-ci constitue toute la montagne qui domine le village au nord-est, et au sommet de laquelle se trouve celui d'Offlange. L'auteur a remarqué que les bancs horizontaux sont divisés par un grand nombre de fentes verticales partageant la masse en petits parallélipipèdes. Cependant la coupe qu'il a tracée passant par Offlange représente toutes les couches sédimentaires depuis le massif euritique ou porphyrique jusqu'aux dépôts jurassiques, concordantes entre elles et inclinées d'environ 45°. Dans le profil qu'a fait depuis M. Coquand (3), l'inclinaison est de moitié moindre, mais la direction suivant laquelle il a été tracé n'étant pas indiquée non plus que dans celui de Richard, nous n'avons rien à en conclure. M. Coquand estime à 35 ou 40 mètres l'épaisseur totale du muschelkalk en ce point, où il a trouvé une grande quantité de débris d'*Encrinus liliiformis* et l'*Ammonites nodosus*. Les roches de ce groupe

---

(1) Thirria, *Carte géologique du départ. de la Haute-Saône* (*Mém. de la Soc. d'hist. natur. de Strasbourg*, vol. I, 1830, et 1833, accompagnant l'ouvrage précédent). — *Carte géologique de la France*, 1841.

(2) *Bull.*, 1re sér., vol. VIII, p. 149, pl. 3, fig. 7, 1837.

(3) *Ibid.*, 2e sér., vol. XIV, p. 35, pl. 1, fig. 3, 1856.

s'élèvent, dit-il, comme un récif entre deux dépressions occupées, l'une par les marnes irisées, l'autre par les assises marneuses du grès bigarré supérieur.

On voit qu'en général l'importance du muschelkalk diminue très sensiblement lorsqu'on s'avance du N. au S., non-seulement par l'étendue comparative des surfaces qu'il occupe, mais encore par son développement vertical. Au pied méridional des Vosges, dans le département de la Haute-Saône, il n'a plus que 15 mètres d'épaisseur, ce qui explique son absence ou son existence au moins douteuse, lorsqu'on descend encore plus au S., dans le département du Jura, ou au S.-O. dans celui de Saône-et-Loire.

### § 3. — Groupe du grès bigarré.

La zone du grès bigarré, aussi continue que les précédentes et qui affecte les mêmes contours généraux, est habituellement moins large. M. d'Omalius d'Halloy (1) avait depuis longtemps remarqué la disposition sinueuse de ses affleurements dans la Prusse rhénane, sur les hauteurs de l'Eifel d'où le grès s'abaisse vers Trèves, pour couronner les collines de la rive gauche de la Moselle, composées à leur base de grès des Vosges. De Trèves il continue jusqu'aux environs de Saint-Avold, puis tourne à l'E., vers Deux-Ponts. Dans cet espace les deux grès sont parfaitement concordants et leur limite est si difficile à tracer qu'au nord de Trèves M. Élie de Beaumont les a représentés tous deux sur la carte géologique de la France avec la teinte du grès bigarré.

Département de la Moselle.

La coupe de Creutzwald à Bouzonville, donnée par ce dernier savant (2), fait voir la succession concordante du grès des Vosges et du grès bigarré. Celui-ci est en bancs épais, rouge amarante vers le bas, en bancs plus minces, presque schisteux vers le milieu, et ses assises supérieures passent à des marnes un peu schisteuses, vertes et rouges, avec des veines de gypse blanc fibreux. A ces marnes succèdent le muschelkalk qui porte le village de Tromborn, puis les marnes irisées à Bouzonville. Aux environs de Saint-Avold, le grès bigarré renferme du carbonate de cuivre bleu et vert, de

(1) *Journal des mines*, vol. XXIV, p. 382, 1808.
(2) *Explication de la carte géolog. de la France*, vol. II, p. 13, 1848.

la pyrite cuivreuse et de la galène. Cette dernière substance a même été exploitée. La colline de Haute-Sierck présente la même série.

La ligne anguleuse que suit la bande de grès bigarré de Trèves à Deux-Ponts contourne l'extrémité sud-est du Hundsruck, le bassin houiller de Sarrebruck et le lambeau triangulaire de grès des Vosges qui s'avance des bords de la Sarre vers Saint-Avold.

Sur la route de Forbach à Sarreguemines, M. Élie de Beaumont a constaté la discordance des deux grès à la côte de Creutzberg (1). La première assise du grès bigarré est ici composée de rognons de dolomie avec grains de quartz, enveloppés d'une argile sableuse et micacée d'un gris violacé, formant plusieurs lits et surmontés de la masse principale du groupe. Celle-ci est à gros grains, d'une teinte violacée ou ocreuse, passant au rouge amarante vers le haut. En même temps le grain de la roche devient plus fin, les bancs sont plus réguliers, et le mica, qui manquait dans le grès des Vosges devient plus abondant et lui communique une structure schistoïde. Vers le sommet de la montée, les empreintes de Calamites sont très fréquentes. Près d'Etsling, les couches supérieures passent à une marne schisteuse bleuâtre, renfermant des lits de dolomie compacte ou un peu sub-saccharoïde, blanc jaunâtre, qui sont les premiers rudiments du muschelkalk dont les hauteurs environnantes sont couronnées.

Autour de Sarrebruck les argiles supérieures renferment, comme à Sierck et à Dalheim, des amas de gypse dont la position diffère essentiellement de ceux que nous avons trouvés si fréquemment dans les marnes irisées. Ce gypse, blanc, fibreux, est rarement en couches, mais se ramifie en tous sens dans les marnes, comme si c'était des filons d'une origine plus récente. Les assises schisteuses supérieures ont présenté, près de Blieskastel et de Deux-Ponts, beaucoup d'empreintes végétales et de coquilles. Au sud de Landstuhl la zone de grès bigarré se dirige brusquement au S.-S.-O. en longeant le pied des Vosges, jusqu'aux environs d'Épinal, de Plombières et du Val-d'Ajol (2). Le relèvement du grès des Vosges, aux environs de Pyrmasens, entre Bitche et Rorbach (Haut-Rhin), est

(1) *Ann. des mines*, 2e sér., vol. IV,, 1828. — Ibid. *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. I, p. 128, pl. 3, fig. 5, 1830. — *Explication*, etc., vol. II, p. 15, 1848. Ne serait-ce pas le Kelschberg, *anté*, p. 113-115?

(2) *Explication*, etc., vol. I, p. 395, 1841.

très prononcé. A l'est de Lemberg (1) une faille qui termine ce grès présente la même disposition, et le grès bigarré repose, à stratification concordante, sur la partie non soulevée du grès des Vosges. Les dernières assises de celui-ci passent insensiblement aux premières du suivant.

D'après M. Jacquot (2), le grès bigarré est le moins puissant des trois termes de la formation triasique du département de la Moselle, car il atteint à peine 50 mètres. Aussi, la bande que dessinent ses affleurements est-elle extrêmement étroite, dépassant rarement 1 à 2 kilomètres aux environs de Saint-Avold et de Forbach, mais s'élargissant un peu à l'est, entre Bitche et Rorbach. Malgré ce faible développement, l'auteur croit pouvoir y distinguer deux étages différents par leur composition et leur manière d'être.

*L'inférieur* comprend des bancs puissants de grès à grains de quartz très fins, assez solides, rouge-amarante, tachés de gris et fournissant exclusivement les pierres de taille estimées, désignées sous le nom de *pierres de sable;* le *supérieur* ne renferme au contraire que des assises très fissiles de grès ferrugineux à grains fins, de grès à ciment dolomitique et de véritables dolomies grenues un peu sableuses. Les grès sont plus micacés mais de même teinte que ceux de l'étage inférieur. Les dolomies et les grès dolomitiques sont jaune de miel ou jaune sale. Vers le haut du groupe les assises tout à fait argileuses passent aux glaises panachées de la base du muschelkalk. Dans cette dernière partie, on rencontre quelques empreintes de Calamites, d'équisétacées et des moules de coquilles. A la sortie de Saint-Avold, dans un ravin à gauche de la route qui conduit au chemin de fer, M. Terquem (3) a trouvé 29 espèces de fossiles (*Nothosaurus mirabilis*, Münst., écailles de *Gyrodus*, *Natica Gaillardoti*, Voltz, *Myophoria curvirostris*, Alb., *M. vulgaris*, Bronn, *M. orbicularis*, id., *Pinna prisca*, Münst., *Mytilus eduliformis*, Schloth., *Avicula acuta*, Gold., *A. crispata*, id., *Gervillia socialis*, Quenst., *G. pernata*, id., *G. costata*, id., *Lima striata*, Desh., *L. costata*, Münst., *L. lineata*, Desh., *Pecten*

(1) *Ibid.*, vol. II, p. 19, fig. 5, 1848.

(2) *Esquisse géol. et minér. de la Moselle* (extrait de la *Statistique générale* du département). Metz, 1854, avec carte et coupes. — *Réunion extraordinaire de la Soc. géol. à Metz en* 1852 (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IX, p. 609-623, 1852).

(3) *Paléontologie du département de la Moselle*, p. 7, 1855.

*discites*, Hehl, *P. lævigatus*, Gold., *Ostrea difformis*, Schloth., *Terebratula trigonella*, Schloth., *T. vulgaris*, id., *Lingula tenuissima*, Bronn, *Serpula?*, *Terebella?*, *Encrinus liliiformis*, Lam., *E. dubius*, Quenst.

Un gisement fossilifère semblable se voit entre Coume et Guerten, au-dessus de Merten et à Berus.

C'est au-dessous du grès à empreintes végétales que se montrent constamment les grès métallifères. Dans les collines qui dominent Saint-Avold, Falek et Hargarten-aux-Mines, on a exploité la galène argentifère. L'oxyde noir de cuivre et les carbonates verts et bleus forment aussi des mouches dans la partie moyenne du groupe de la même région. Les gîtes de plomb et de cuivre, situés entre Hargarten et Saint-Avold, seraient intercalés dans le grès lui-même, mais, comme ces gisements se rencontrent surtout dans le voisinage des dislocations, on pourrait rattacher leur présence à ces derniers phénomènes. L'origine de ces amas plombifères et cuprifères est d'ailleurs encore environnée de beaucoup d'obscurité.

A l'ouest de Bitche finit la contrée montagneuse, prolongement des Vosges, et dont la limite est marquée par une faille dirigée à peu près N. 19°, E., à S. 19°,O. A l'est de cette faille, le grès des Vosges s'élève dans le département à 523 mètres d'altitude, tandis qu'à l'ouest il est abaissé et recouvert, à stratification concordante, par le grès bigarré qui occupe une plaine élevée moyennement de 350 à 400 mètres. Aux environs de Forbach et de Saint-Avold, on observe des dispositions assez semblables; seulement la ligne de relèvement du grès des Vosges affecte une direction différente. Dans ces localités et surtout à Hombourg le grès bigarré est fortement incliné au S.

Département de la Meurthe.

A Saverne, dit M. Élie de Beaumont (1), une faille a porté le grès bigarré de la Lorraine à près de 200 mètres au-dessus de celui de l'Alsace; aussi la montagne présente-t-elle vers l'E. une pente fort abrupte où l'on n'aperçoit que le grès des Vosges, tandis que sur son versant occidental très adouci le grès bigarré recouvre le précédent et porte la ville de Phalsbourg. La coupe de cette localité est une des plus favorables à la démonstration du phénomène de dislocation qui a accidenté le pays.

---

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, vol. II, p. 20, fig. 6.

Entre ce point et Bruyères, le groupe qui nous occupe forme une zone continue entre le grès des Vosges sur lequel il s'appuie et le muschelkalk qui le surmonte. Les couches supérieures, généralement minces, schisteuses, quelquefois friables et argileuses, forment peu d'escarpements. A Murviller, au nord-est de Bacarat, elles fournissent, de temps immémorial, d'excellentes meules à aiguiser. Les environs de Rambervillers montrent bien la disposition particulière des trois groupes du trias par rapport au grès des Vosges (1).

Dans les carrières de Domptail la moitié inférieure de la masse exploitée est composée de bancs épais d'un grès à grain fin, un peu terreux, brun-rougeâtre ou jaunâtre, micacé et présentant de faux délits. Au-dessus est un banc de $0^m,4$ à $0^m,6$, assez solide, d'un jaune sale, micacé, rempli d'empreintes de Calamites et qui se lie intimement à un autre banc de grès à grain fin, un peu micacé, brun-jaunâtre, pétri de moules et d'empreintes de coquilles, revêtus d'une matière noire ocreuse et terreuse. Tous les bancs situés plus haut sont dépourvus de traces d'animaux. La plupart de ces moules et de ces empreintes ont été figurés par Gaillardot (2) qui ne les a point nommés. Les espèces suivantes sont indiquées par M. Élie de Beaumont et nous avons eu occasion de les y recueillir nous-même (3) : *Avicula Bronnii*, *Myophoria arcuata*, *M. curvirostris*, *M. elongata*, *M. lævigata*, *Mytulites costatus*, *Modiola recta*, *Mya elongata*, *Natica Gaillardoti*, *Rostellaria sulcata*, *R. detrita*, *Buccinum turbilinum*.

M. Guibal (4) a fait connaître aussi la composition et les limites du grès bigarré du département de la Meurthe. Suivant lui, toutes les espèces de coquilles qu'on y a signalées ont été retrouvées dans le muschelkalk. De son côté, M. Levallois (5) fait observer que si, à certains égards, le groupe triasique inférieur ne se distingue pas facilement du grès des Vosges sous-jacent, on peut remarquer

---

(1) *Ibid.*, p. 23, fig. 7. — *Ibid.*, vol. I, p. 391-92.

(2) *Notice sur la carrière de Domptail* (*Ann. des sciences natur.*, vol. VIII, p. 286, 1826).

(3) D'Archiac, *Notes inédites*, 1837.

(4) *Mém. sur les terrains du département de la Meurthe*, etc. (*Mém. de l'Acad. de Nancy*, 1842). — A. Mougeot, *Notice sur le* Caulopteris Lesangeana *des carrières de Bacarat* (*Ann. de la Soc. d'Émulation des Vosges*, vol. VII, p. 179, 1850).

(5) *Aperçu de la constitution géol. du départ. de la Meurthe* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. XIX, p. 635, 1851).

que ce dernier atteint 1000 mètres d'altitude au Donon, tandis que le premier ne dépasse pas 500 mètres dans le département, de sorte que l'un devait être émergé avant le dépôt de l'autre.

Département des Vosges.

Les environs d'Épinal offrent aussi de belles carrières ouvertes dans le grès bigarré. Les nuances de la roche y sont très variées, du rouge-amarante au bleuâtre ou au blanchâtre et du gris au jaune ocracé ou ferrugineux. Ici le groupe peut être divisé en deux étages : l'inférieur (*haute masse* des ouvriers), comprenant des assises épaisses, droites, rarement séparées par des lits argileux ; le supérieur composé de lits minces de grès, souvent contournés et presque toujours argileux, séparés par des lits nombreux d'argile plus ou moins sableuse (1).

A l'ouest et au sud-ouest d'Épinal, M. Élie de Beaumont remarque que le grès bigarré et le grès des Vosges sont parfaitement concordants. Le second ne forme plus ces escarpements abruptes qui semblent avoir marqué l'ancien rivage de la mer triasique ; l influence des Vosges s'efface sensiblement, et le grès bigarré offre une uniformité remarquable de caractères en même temps que les accidents géologiques indiqués précédemment (2) ne jouent plus qu'un rôle secondaire. Les empreintes végétales se montrent particulièrement dans les couches supérieures, et les plus abondantes sont les Calamites et des frondes immenses d'*Anomopteris* (3). Nous indiquerons à la fin de ce chapitre les espèces de plantes fossiles du groupe considéré des deux côtés des Vosges. A en juger par ses caractères stratigraphiques et pétrographiques, ses roches se sont déposées lentement et tranquillement, et leur stratification est d'autant plus nette qu'on s'élève davantage dans la série, ou à mesure qu'elles ont été formées plus près de la surface de l'eau ; enfin la manière dont les végétaux y ont été enfouis confirme pleinement aussi cette supposition.

De son côté, en cherchant à établir les rapports du grès des Vosges et du grès bigarré, Rozet (4) constatait que leurs strates

(1) Élie de Beaumont, *Explication*, etc., vol. II, p. 27, 1848. — Hogard, *Descript. minér. et géolog. du système des Vosges*, p. 220-226, 1837.

(2) Élie de Beaumont, *Explication*, etc., vol. I, p. 429, 1841.

(3) Voyez W. P. Schimper et A. Mougeot, *Monographie*, etc., p. 10, 24, 36 et suiv., 1840.

(4) *Description géol. de la partie méridionale de la chaîne des Vosges*, in-8° avec carte. Paris, 1834.

horizontaux ou très peu inclinés, reposent transgressivement sur toutes les roches plus anciennes, que les deux grès sont toujours concordants (Val-d'Ajol, Plombières, Bains), et que les discordances signalées entre eux à Forbach, à Sarreguemines, etc., ne devaient pas suffire pour les séparer, que par conséquent ils formaient un seul et même ensemble dû à une cause unique et continue. Il admettait seulement entre eux des différences pétrographiques, les débris organiques étant trop rares dans le grès des Vosges pour motiver leur séparation.

M. Hogard (1) fait observer au contraire que la superposition des deux grès est tantôt continue et tantôt transgressive ; que le grès bigarré passe vers le haut au muschelkalk par des couches argileuses et marneuses, et vers le bas au grès des Vosges par la grosseur des grains et la présence des galets de quartz. Le relief très prononcé qu'atteint ce dernier doit le faire séparer du second, comme l'a dit M. Élie de Beaumont, et l'on peut y distinguer aussi deux étages : l'inférieur, composé de bancs solides à grains fins, réguliers, continus, épais, uniformes et renfermant peu de fossiles ; le supérieur, de lits minces, souvent pliés ou contournés, argileux, séparés par des lits d'argile, plus ou moins sableux et très fossilifères.

La composition du grès bigarré, généralement très uniforme, dénote, comme on l'a déjà dit, un dépôt mécanique tranquille ; seulement les alternances de grès et d'argile indiqueraient des moments de calme plus complet pour les secondes que pour les premiers (grès et poudingues). « Le massif de grès des Vosges était placé » au-dessus des eaux et constituait les escarpements au bords desquels le grès bigarré a formé une longue ceinture dont les » sinuosités indiquent celles de l'ancien rivage, et l'on ne peut » douter que les matériaux du grès bigarré ne proviennent de la » masse du grès des Vosges. » L'analogie de leurs caractères minéralogiques s'expliquerait alors très naturellement et s'accorderait avec la séparation géologique et stratigraphique de ces deux séries arénacées. En outre, l'auteur pense que le grès bigarré a éprouvé quelques changements dans sa position à cause de la différence des niveaux auxquels on le trouve aujourd'hui sur divers points. Ainsi à Rambervillers son altitude est de 300 mètres, et au Haut-du-Bois à 700, ce qui donne une différence de 400 mètres. Au Haut-de-

(1) *Loc. cit.*, p. 215.

Domprey, il est plus élevé que beaucoup de collines de grès des Vosges sur lesquelles il n'existe pas et qui n'ont jamais été recouvertes.

Dans le Val-d'Ajol, au sud-est de Plombières, M. Hogard (1) décrit encore le grès bigarré reposant sur le grès des Vosges à stratification concordante et affectant la même inclinaison à l'O. Il constitue les sommets des montagnes de Bambois, de Belle-Chaume, etc., le plateau qui sépare Plombières du Val-d'Ajol, les hauteurs des Granges, des Ruaux, etc. Le Bambois est à 669 mètres d'altitude, la Tête de Meireille à 700 et les bois de Haut-Mont à 745. On trouve quelques végétaux fossiles entre Plombières et la vallée de Saint-Bressan ; vers la Croisette il y a aussi quelques coquilles, mais ces dernières sont plus fréquentes aux Ruaux, à l'ouest de Luxeuil. L'auteur y cite le *Calamites arenaceus*, l'*Anomopteris Mougeotii*, l'*Encrinites moniliformis*, Mill., la *Terebratula vulgaris*, l'*Ostrea cristadifformis*, les *Lima striata* et *lineata*, l'*Avicula socialis*, l'*A. acuta*, les *Turritella scalata* et *obsoleta*, la *Natica Gaillardoti*, des ossements et des plaques de *Labyrinthodon* (2). E. Puton (3), qui le premier a signalé ces fossiles aux Ruaux, avec d'autres encore, tels que plusieurs espèces de *Pecten*, de Turritelles, et six acéphales indéterminés, a fait remarquer que cette localité se trouve à trois lieues de distance des affleurements du muschelkalk, tandis que les autres points, où jusqu'alors on a cité des coquilles dans ce groupe (Domptail, Aydoilles, Soultz), en sont au contraire très rapprochés.

Les carrières de grès de Fontenay et d'Aydoilles ont été étudiées par la Société géologique de France en 1847 (4). Le *Calamites arenaceus*, l'*Anomopteris Mougeotii*, etc., y ont été recueillis avec la *Natica Gaillardoti*, la *Myophoria curvirostris*, des Turritelles, etc. Sa superposition au grès des Vosges a paru être quelquefois concordante.

M. de Billy (5) a particulièrement insisté sur les dislocations du

(1) *Esquisse géologique du val d'Ajol* (*Ann. de la Soc. d'Émulation des Vosges*, vol. V, p. 692, 1845).

(2) E. Puton, *Notice sur une plaque frontale de saurien, trouvée dans le grès bigarré des Ruaux* (*Bull.*, 1re sér., vol. VI, p. 17, 1834).

(3) *Bull.*, 1re sér., vol. VI, p. 136, 1834.

(4) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1402, 1847.

(5) *Esquisse de la géologie du département des Vosges* (*Ann. de la Soc. d'Émulation des Vosges*, vol. VII, 2e cah., 1850).

groupe dont nous parlons. Telle est la faille des gorges d'Olima, au Saut-le-Cerf, près d'Épinal. Les granites de la vallée de la Moselle dateraient de cette époque. Les divers accidents dirigés, E. 40°, N. à O.,40° S., appartiendraient au système de soulèvement de la Côte-d'Or. La forêt d'Hérival, où se termine au sud-ouest la faille du grès des Vosges, est encore remarquable en ce que c'est le point d'intersection de cette faille : 1° avec un accident dépendant aussi du système de la Côte-d'Or, qui a donné naissance au Val-d'Ajol, après le soulèvement du grès des Vosges ; 2° avec le soulèvement du système des Ballons qui lui est antérieur ; 3° peut-être avec un troisième soulèvement contemporain de celui du Thuringerwald.

Pour les fossiles du grès bigarré de la Lorraine, nous renverrons le lecteur au tableau dressé par M. Lebrun, et dont nous avons déjà parlé en traitant du muschelkalk (*antè*, p. 118).

Le grès bigarré se montre dans le département de la Haute-Saône, longeant le pied sud de la chaîne méridionale des Vosges, avec les mêmes caractères pétrographiques et les mêmes relations stratigraphiques que sur leur versant occidental. Il occupe, dit M. Thirria (1), une zone de 5 kilomètres au plus de largeur, comprise entre le grès des Vosges et le muschelkalk, depuis la limite du département de la Haute-Marne jusqu'à celle des départements du Doubs et du Haut-Rhin, dans lequel elle se prolonge sur les flancs du Salberg et du ballon de Roppe, au nord de Belfort. Il forme en outre un petit lambeau triangulaire reposant sur le granite autour de Châtillon-sur-Saône (Haute-Marne). Il existe dans la même position à Fontenoy-le-Château (Vosges). La stratification est très régulière, et les couches inclinent au S.-S.-O., sous un angle de 15° à 20°.

Département de la Haute-Saône.

On y trouve beaucoup d'empreintes d'équisétacées (*Calamites arenaceus*) et de fougères (*Anomopteris Mougeotii*) avec des fragments de bois dicotylédones, mais les traces de coquilles y sont fort rares. La *Posidonomya keuperiana* existerait dans les assises inférieures avec les restes de végétaux. La puissance totale du groupe, comme celle du muschelkalk, est ici très réduite et ne dépasse pas 15 mètres, mais ainsi que partout il fournit d'excellentes pierres de taille, des meules à aiguiser, des dalles pour paver et

(1) *Statistique minér. et géol. du département de la Haute-Saône*, in-8°, p. 315, 1833, avec carte et coupes.

même pour couvrir les toits, enfin des argiles utilisées pour la fabrication des tuiles et des briques.

M. Thirria donne des coupes qu'il y aurait peu d'intérêt à reproduire ici, car elles ne montrent la série que sur 7 ou 8 mètres de hauteur. « La concordance de la stratification, dit-il (p. 319), les » alternances aux points de contact et l'analogie des fossiles établis- » sent une liaison si intime entre le grès bigarré et le muschelkalk » que l'on doit considérer ces deux terrains comme appartenant à » la même formation....... Si l'on considère la position du grès » bigarré par rapport au grès vosgien, on voit que le premier s'est » déposé aux pieds d'escarpements du second, de sorte que celui-ci » devait être presque entièrement élevé au-dessus des eaux lors du » dépôt du grès bigarré qui s'est fait nécessairement sur les bords du » bassin récemment élevé qu'elles occupaient. »

M. Étallon (1) ne semble point partager cette manière de voir. Le grès qui recouvre le pied de la chaîne des Faucilles repose, suivant lui, sur le grès des Vosges d'une manière concordante, et leurs caractères se confondent de telle sorte que le cataclysme invoqué ailleurs pour les séparer a été très peu sensible dans la Haute-Saône. La direction du grès bigarré est E. 15° S., comme celle de la chaîne dont il fait partie. L'inclinaison varie de 5° à 20°; son épaisseur ne dépasse pas 20 mètres, et, sous la ville même de Luxeuil, le grès des Vosges a été rencontré à 19 mètres de profondeur. Les restes de végétaux (tiges, feuilles, fruits et troncs) s'observent à toutes les hauteurs. Les débris d'animaux, quoique mal conservés, ne sont pas rares, surtout à l'ancien étang Bouget et à la carrière du Mont-Marot près de Breuches. Au nord de Luxeuil une carrière a mis à découvert une couche d'argile remplie de *Posidonomya minuta*. Dans les diverses localités que nous venons d'indiquer, l'auteur signale : *Anomopteris Mougeotii*, Brong., *Calamites arenaceus*, id., *C. Mougeotii*, id., *Voltzia brevifolia*, id., *V. heterophylla*, id., *Albertia elliptica*, Schimp. et Moug. (*Haidingera*, Endl.) et 2 autres espèces, *Zamia? Encrinus liliiformis*, Lam. (2), *Ammonites nodosus*, Brug., *Natica Gaillardoti*, Voltz, *Turritella obsoleta*, Ziet., *Strombites scalatus*, Hehl, *Lingula tenuissima*, Bronn, *Terebratula vulgaris*, Schloth., *Exogyra*, *Ostrea diffor-*

(1) *Note sur le grès bigarré des environs de Luxeuil*, 1854.

(2) Nous avons dû rectifier encore ici beaucoup de noms d'auteur mal appliqués aux espèces.

*mis*, *Pecten lineatum* (1), *P. discites*, Hehl, *Ostrea comta*, Gold., *Lima striata*, Desh., *Avicula socialis*, d'Alb., *A. acuta*, Gold. (2), *A. Bronnii*, d'Alb., *Mytilus eduliformis*, Schloth., *Modiola striata*, Bronn (3), *Posidonomya minuta*, Bronn, *P.* indét., *Myacites elongatus*, Schloth., *Myophoria curvirostris*, Bronn, *M. simplex*, d'Orb., *M. ovata* (*Lyrodon*, Gold.), *M. lævigata*, Bronn, et d'autres espèces indéterminées, des restes de crustacés et des ossements, peut-être de *Labyrinthodon?* (*Xestorrhytias Perrini*, H. de Mey.).

Parmi les substances minérales qu'on rencontre, soit en filons, soit en veinules, soit en petites couches dans le grès bigarré, M. Étallon mentionne la barytine, le fer oligiste, le fer hydraté, le bioxyde de manganèse et le jaspe. Quant aux eaux minérales de Luxeuil elles sourdent à travers un grès blanc ou jaune feldspathique.

Plus récemment, M. Daubrée (4) a signalé des empreintes de pas de quadrupèdes sur des plaques de grès bigarré de Saint-Valbert au nord de la ville, sur la route de Plombières. Ces empreintes paraissent être analogues à celles que l'on a souvent citées dans le grès d'Hildeburghausen, et dont nous parlerons plus loin sous le nom de *Cheirotherium* ou de *Labyrinthodon*. La reproduction en creux des granulations ou rugosités qu'auraient eues la peau inférieure de ces pattes fait penser au savant ingénieur que ces animaux étaient des mammifères.

Sur la *carte géologique du département de la Haute-Saône* (5), M. Thirria avait parfaitement distingué le grès des Vosges du grès bigarré, dans le massif de la forêt de la Serre qui se trouve à l'extrémité nord du département du Jura. E. Richard (6) ne reconnut, au-dessous du muschelkalk, qu'un grès rouge, avec des galets de gneiss et d'autres roches anciennes, dont il signale la ressemblance avec le *rothe todte Liegende*, et auquel il fait succéder des indices de terrain houiller. D'après la carte géologique de la France (7), le

Département du Jura.

(1) Cette espèce nous est inconnue.
(2) L'auteur indique plus loin une *Gervilia acuta* qui est un double emploi.
(3) Cette espèce nous est inconnue.
(4) *Comptes rendus*, vol. XLV, p. 646, 1857.
(5) 1830 et 1833.
(6) *Bull.*, 1re sér., vol. VIII, p. 149 et pl. 3, fig. 7, 1837.
(7) 1841.

grès bigarré entoure presque complétement le massif cristallin et il n'y a aucune indication de grès des Vosges. Plus récemment, M. Pidancet (1) et M. Coquand (2) ont reconnu la division établie depuis si longtemps par M. Thirria qu'ils ont oublié de mentionner, et ils ont pu démontrer, à l'aide des superpositions et surtout de la présence de certains végétaux (*Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*), que la formation permienne avait ici un représentant.

### § 4. — Alsace.

Généralités. Sur le versant oriental des Vosges, depuis les environs de Belfort, à la limite du département de la Haute-Saône jusqu'à Bergzabern, dans la Bavière rhénane, les divers membres du trias n'offrent point de développement comparable à celui que nous venons de voir au pied de leur versant occidental. Des lambeaux plus ou moins étendus de chacun d'eux se montrent çà et là bordant le grès rouge, le grès des Vosges ou des roches cristallines, pour disparaître bientôt sous des affleurements également discontinus du lias, ou bien encore sous les dépôts quaternaires de la plaine du Rhin.

Département du Haut-Rhin. Dans le département du Haut-Rhin, la zone triasique, en sortant de celui de la Haute-Saône au pied du Salberg et du ballon de Roppe, se prolonge au N.-E. par Offemont, laissant Ajoute et Romagny au N.-O., pour se terminer avant Saint-Germain. Une coupe N.-O., S.-E., faite à partir du Salberg et en allant de bas en haut, montre, d'après M. Renoir (3), la série suivante :

1. Schistes ardoises.
2. Traces de la formation houillère.
3. Grès rouge inclinant en sens inverse de part et d'autre des schistes.
4. Grès des Vosges, moins développé que le précédent, mais avec ses caractères habituels.
5. Grès bigarré renfermant des empreintes végétales.
6. Muschelkalk peu développé et qui, par exception, reposerait ici, à stratification discordante, sur le grès bigarré. Il renferme peu de fossiles, excepté des articulations d'Encrines. A la base, on

---

(1) *Société d'Émulation du Doubs*, 26 déc. 1854. — *Bull.*, 2e sér., vol. VIII, p. 578, 1851.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 149, 1855, et vol. XIV, p. 13, 1856.
(3) *Bull.*, 1re sér., vol. IX, p. 369, 1838.

y trouve des amas considérables de gypse blanc, fibreux, exploités et reposant sur le grès bigarré.

7. Marnes irisées avec les grès, les dolomies, le gypse et même des lits de charbon affleurant près de Roppe. Le sel que nous avons vu exister au sud de ce point ne se montre plus ici.

La carte géologique de la France indique un lambeau complet de trias à l'ouest de Rouffach, dans le haut de la petite vallée de l'Ombach, autour de la commune de Pfaffenheim. Il s'appuie à l'E. contre le grès des Vosges et s'enfonce à l'O. sous un lambeau de lias que circonscrivent les roches cristallines. Plus au nord, depuis Kaiserberg, à l'ouest de Colmar, jusqu'à Saint-Hippolyte, une bande étroite de marnes irisées est marquée entre le calcaire jurassique à l'E. et les roches cristallines à l'O. Mais, d'après ce que dit M. Fournet (1) de la silicification du grès bigarré et du muschelkalk aux environs d'Ober Berckeim, phénomène qu'on peut supposer se continuer le long de la rampe qui, à partir de Schlossmühl, aboutit à l'entrée de Ribauville, on doit conclure que ces deux termes de la série existent également dans cette petite zone.

Département du Bas-Rhin.

Depuis Andlau et Barr au sud jusqu'à Weissembourg au nord, sur la frontière de la France, la limite du grès des Vosges forme une large courbe très prononcée dont la concavité est tournée à l'E. Tous les dépôts secondaires, jurassiques et triasiques du Bas-Rhin, situés à l'est de la chaîne, se trouvent dans l'espèce de golfe compris entre cette courbe et la droite qui la sous-tend, menée de Barr à Weissembourg ses deux points extrêmes. Dans ce segment, les couches jurassiques que nous avons décrites (*antè*, vol. VI, p. 705) occupent, comme on pouvait le prévoir, la partie la plus voisiné de la corde, et le trias le pourtour de l'arc; mais leurs limites respectives sont très sinueuses et très découpées. A l'ouest de l'axe des Vosges, dans les cantons de Saar-Union et de Drulingen, le trias qui s'y montre seul appartient à la grande zone de la Lorraine.

On trouve des indications précieuses dans l'ouvrage très peu connu de Voltz sur les deux départements du Rhin (2), mais ce fut

(1) *Résultats sommaires d'une exploration des Vosges en 1846* (*Soc. roy. d'agriculture*, etc., *de Lyon*, 8 janv. 1847), p. 21 du tirage à part.

(2) *Coup d'œil sur la topographie minéralogique des deux départements du Rhin* (extrait de la *Descript. histor. et topograph. de l'Alsace*, par Aufschlager. Strasbourg, 1828).

surtout dans sa *Notice sur le grès bigarré de Soultz-les-Bains* (1) que ce savant si justement regretté fit connaître toute l'importance de ce groupe sur le versant oriental de la chaîne. D'après M. Léger (2), le soulèvement des Vosges s'est produit suivant un plan tournant autour d'un axe placé vers Nancy. L'escarpement qui en est résulté se trouve du côté de l'Alsace où l'inclinaison du muschelkalk vers l'E. atteint jusqu'à 30°, tandis que vers la Lorraine elle est extrêmement faible. En outre, le soulèvement de la chaîne dans l'arrondissement de Saverne aurait eu lieu à deux reprises, et le muschelkalk se serait déposé entre les deux phénomèmes, opinion dont l'auteur trouve la preuve dans la disposition relative de ce groupe et de celui du grès bigarré dans la vallée de la Mosselbach, au-dessus de Saverne. Les rapports des deux groupes inférieurs du trias ont été aussi fort bien décrits lors de la réunion de la Société géologique de France à Strasbourg (3).

Mais ces divers travaux et d'autres que nous aurons occasion de rappeler viennent naturellement se fondre dans la monographie qu'a publiée M. Daubrée (4). Il nous suffira donc d'exposer les résultats les plus essentiels, consignés dans ce dernier travail, pour faire connaître l'importance du trias et ses caractères dans le département du Bas-Rhin.

L'inclinaison du trias à l'ouest des Vosges est très faible et insensible à l'œil, mais en Alsace, dit l'auteur (p. 132), la stratification est beaucoup moins régulière. Le long de la faille qui termine la chaîne, le trias est en général redressé sous des angles qui dépassent 30°, et ce relèvement cesse bientôt dès qu'on s'en éloigne vers l'E. On observe aussi dans son voisinage immédiat quelques ploiements

---

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. natur. de Strasbourg*, vol. II, 3e partie.

(2) *Société d'hist. natur. de Strasbourg*, 20 mai 1834. — L'*Institut*, août 1834.

(3) *Bull.*, 1re sér. vol. VI, p. 38, 1834. — Rozet, *Résumé des travaux de la Soc. géol. en* 1833 et 1834, p. XXXII.

(4) *Description géol. et minér. du départem. du Bas-Rhin*, in-8° avec coupes et carte réduite. Strasbourg, 1852. — *Carte géol. du Bas-Rhin*, en 6 feuilles, dressée à l'échelle de $\frac{1}{80000}$, d'après celle de l'État major. — Voyez aussi : Fournet, *Système supra-houiller des Vosges* (*Mém. de l'Acad. des sc., arts*, etc., *de Lyon*, vol. VI, p. 5, 1856). L'auteur y donne deux coupes prises, l'une aux environs de Weissembourg, l'autre à l'extrémité sud de la chaîne près de Ronchamps et de Bourbonne-les-Bains.

qu'on ne retrouve plus à quelque distance. M. Daubrée indique beaucoup de petits accidents locaux qui tous témoignent de la faible énergie des agents dynamiques qui les ont produits et que montrent fort bien les coupes générales et les coupes de détail jointes à son ouvrage. Ce ne sont le plus ordinairement que des failles simples ; il n'y a point de renversements, et nulle part, à ce qu'il semble, on ne remarque ces inclinaisons vers l'axe principal de la chaîne, caractère essentiel des grandes dislocations de l'écorce terrestre.

Sur le revers occidental des Vosges, le grès bigarré constitue des plateaux de 435 mètres d'altitude, le muschelkalk de 360, les marnes irisées, plus faciles à dénuder, des collines de 260 mètres seulement. En Alsace, le groupe inférieur atteint de 361 à 457 mètres (près d'Obersteigen), le moyen de 240 à 398 (au Gæftberg, près d'Hohengæft), le supérieur de 239 à 302 (au Kochersberg) ; de sorte que les trois groupes atteignent à peu près les mêmes *maxima* d'altitude de chaque côté de la chaîne, quoique les niveaux moyens, en dehors des principales aspérités, soient un peu moindres à l'est qu'à l'ouest. Mais, ainsi qu'on l'a dit, l'inclinaison étant beaucoup plus faible sur ce dernier côté que sur l'autre, les divers groupes occupent, à la surface du sol, une étendue beaucoup plus considérable dans la première direction, ou en Lorraine, que dans la seconde, ou en Alsace. Le trias recouvre dans ce département une superficie de 584 kilomètres dont 194 de grès bigarré, 305 de muschelkalk et 85 de marnes irisées. Nous étudierons successivement chacun de ces trois groupes.

Les marnes irisées offrent aussi de ce côté des Vosges des argiles rouge-lie de vin, violettes, grises ou vertes, souvent panachées de rouge foncé et d'autres teintes, puis des dolomies cristallines ou terreuses. Le gypse y est en couches, en veines ou en rognons, et l'on y rencontre des traces de charbon et de l'anhydrite. Le gypse constitue en général une masse principale, recouverte de marnes mélangées de cette même substance. Les gisements exploités en Alsace appartiennent à la partie supérieure du groupe. M. Daubrée donne les coupes des diverses exploitations (Küttolsheim, Wintzenheim, Willgotheim, Avenheim, Flexbourg), et nous reproduirons celles des environs d'Oberbronn, au sud-ouest de Niederbronn dans la partie nord du département, et de Waltenheim, dans la vallée de la Zorn, pour faire connaître la composition de cette partie importante du groupe. La première présente, de bas en haut, à partir des dolomies du muschelkalk : Marnes irisées.

1. Grès jaunâtre, micacé et dolomies, avec des empreintes de bivalves indéterminables ; il est souvent taché de noir et renferme de petits rognons marneux.
2. Marnes rouges et grises, avec des dolomies cristallines ou terreuses. Des grès quartzeux y sont subordonnés.
3. Marnes noirâtres et schistes micacés, marnes avec débris de plantes charbonnées. . . . . . . . . . . . . . . . 4 à 5 mèt.
4. Alternances de marnes et de dolomies, et marnes dolomitiques, avec *Posidonomya minuta* et *Lingula tenuissima*. . . . 4$^m$,00

A quelques mètres au-dessus est un grès avec des dents de reptiles et de poissons, et qui forment la base du lias.

A Waltenheim on trouve, aussi de bas en haut :

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Marnes verdâtres, avec des rognons de gypse. | |
| 2. Masse de gypse gris, taché de rouge, peu cristallin . . . | 9,60 |
| 3. Marnes rouges, panachées de vert et traversées par de nombreuses veines de gypse, parallèles ou obliques . | 14,00 |
| 4. Gypse blanc. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,00 |
| 5. Marnes rouges et vertes, avec gypse et dolomie à la base. | 10,00 |
| Total. . . . | 34,60 |

Aux environs de Balbronn on exploite un combustible dont la position semble prouver qu'il existe sur ce point deux niveaux de gypse, l'un au-dessus et l'autre au-dessous du banc charbonneux. Le dernier représenterait alors l'horizon des dépôts salifères de Dieuze et des autres points de la Lorraine et de la Franche-Comté où ils ont été reconnus. Le combustible pourrait aussi représenter celui de ces mêmes provinces, mais non les argiles charbonneuses (*Lettenkohle*) du Wurtemberg qui occupent la partie la plus basse du groupe.

Dans la portion du département située à l'ouest des Vosges et qui confine à ceux de la Moselle et de la Meurthe, les marnes irisées sont semblables à celles de l'Alsace. A Saar-Union et sur d'autres points où affleurent les couches les plus basses se montrent aussi les argiles avec combustible, à quelques mètres seulement au-dessus des dolomies du muschelkalk supérieur. La coupe d'Herbitzheim est analogue à celle de Saint-Avold dont nous avons parlé ; or, comme on a vu qu'à Balbronn la couche de charbon se trouvait au-dessus des argiles avec gypse et anhydrite, il existerait aussi dans ce pays deux niveaux de combustible, dont l'inférieur seul serait comparable aux argiles charbonneuses de la Souabe.

Les fossiles, rares dans ce groupe, sont l'*Equisetum arenaceum*,

la *Posidonomya minuta* et la *Lingula tenuissima*, Bronn, dans les couches inférieures. La puissance de cette première série du trias est très variable ; elle dépasse 45 mètres aux environs de Niederbronn, 70 à Balbronn, non compris les assises inférieures à anhydrite qui n'ont pas été traversées. Cette épaisseur est donc bien plus considérable en Lorraine où nous l'avons vue dépasser 274 mètres.

(P. 118). Le muschelkalk comprend des calcaires, des dolomies et des marnes, renfermant par places du gypse, de l'anhydrite et du sel gemme. Il affleure suivant deux bandes principales de chaque côté des Vosges. Celle de l'est, fort irrégulière, offre une composition plus simple que celle de l'ouest, et renferme de bas en haut : **Muschelkalk.**

1. Dolomie cristalline se liant à celle du grès bigarré et alternant avec des marnes. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 20 mèt.
2. Calcaire compacte, à cassure souvent conchoïde, inégale ou terreuse, gris de fumée, marbré de jaune. La roche qui forme la masse principale est colorée par du bitume. On y trouve disséminés du carbonate de magnésie, du carbonate de fer et du manganèse.
3. Dolomie compacte, alternant avec des marnes qui se lient elles-mêmes aux marnes irisées.

Les marnes qui se montrent à diverses hauteurs entre les bancs ou assises de dolomie sont de teintes variées. Les dolomies de la base lorsqu'elles se divisent en feuillets ondulés, rappellent les rides de la surface de l'eau faiblement agitée par le vent, et représentent le *calcaire ondulé* (*Wellenkalk*) de la Souabe (*antè*, Tableau, p. 10").

Sur le versant occidental des Vosges, dans le canton de Saar-Union, les parties supérieures et moyennes du groupe sont semblables aux précédentes, mais l'inférieure, au-dessous des dolomies, montre une masse assez puissante d'argiles rouges, vertes, plastiques, avec gypse et sel gemme. Nous avons reproduit (*antè*, p. 85) la coupe de la saline de Sarralbe, à la limite des départements de la Moselle et du Bas-Rhin, et l'on a vu que le dépôt salifère placé sous le muschelkalk représentait l'horizon caractérisé en Souabe par la même substance. Plusieurs sources salées s'échappent aussi de couches qui semblent appartenir encore à ce niveau.

De part et d'autre de la chaîne, des rognons de silex gris ou noirs, analogues à ceux de la craie, se montrent à diverses hauteurs. Des masses caverneuses de quartz blanc, opaque, saccharoïde, existent

aux environs de Niederbronn. Tantôt les calcaires sont oolithiques, tantôt ils sont cloisonnés. Dans les fissures ou les géodes, les cristaux de carbonate de chaux sont toujours le scalénoèdre métastatique, et ces accidents sont surtout fréquents le long des failles. L'arragonite, le bitume, le quartz et la baryte sulfatée se rencontrent aussi çà et là. Aux environs de Wasselonne et de Singrist, l'épaisseur du muschelkalk est d'à peu près 100 mètres. En Lorraine, on a vu (*antè*, p. 85) qu'elle s'élevait à 150 mètres et même davantage.

On n'y trouve pas de restes de végétaux bien caractérisés, et, quant à ceux d'animaux, nous citerons les suivants, d'après M. Daubrée, qui fait remarquer que les coquilles abondent particulièrement dans les calcaires à Herbitzheim et à Schæpperten, dans la vallée de la Saar, et les débris de poissons dans les dolomies supérieures. Il y a en outre des moules fréquents de corps serpuliformes d'origine inconnue.

*Encrinites liliiformis*, Schloth. (*Encrinus*, id., Lam.), *Cidarites grandævus*, Gold., *Terebratula vulgaris*, Schloth., *Lima lineata*, Desh., *L. striata*, id., *L. Schlotheimi*, Voltz, *Gervillia socialis* (*Avicula*), Schloth. sp., *G. subcostata*, Alb., *Ostrea cristadiformis*, Schloth., *O. compta*, Gold., *Pecten discites*, Hehl, *P. lævigatus*, Bronn, *P. Albertii*, Gold., *Mya mactroides*, Hœn., *M. ventricosa*, id., *M. elongata*, Voltz (*Pleuromya musculoides*, Ag.), *Calyptræa discoides*, Gold., *Myophoria vulgaris*, Bronn, *M. orbicularis*, Alb., *M. Goldfussi*, id., *M. cardissoides*, Gold., *M. curvirostris*, Alb., Bronn., *Mytilus eduliformis*, Bronn, *Melania Schlotheimi*, Quenst., *Turritella scalata*, Gold., *Fusus Hehlii*, Ziet., *Ammonites nodosus*, Brug. (*Ceratites*, de Haan.), *A. cinctus*, Gold., *A. semipartitus*, Gaill., Munst., *Nautilus bidorsatus*, Rein., Schloth., *Rhyncholithes hirundo*, Faure Big., *R. Gaillardoti*, d'Orb., *Dentalium læve*, Schloth., *Serpula valvata*, Gold., *Pemphix Sueurii*, H. de Mey., *P. spinosus*, id. Des dents et des écailles de poissons paraissent appartenir aux espèces suivantes : *Gyrolepis maximus*, Ag., *G. tenuistriatus*, id., *G. Albertii*, id., *Acrodus Gaillardoti*, id., *Strophodus angustissimus*, id., *Psammodus reticulatus*, id., *Hybodus plicatilis*, id., *H. longiconus*, id., *H. rugosus*, id., *Placodus gigas*, id., *Saurichthys*, des dents et des os de *Nothosaurus* et de *Labyrinthodon*.

Grès bigarré. Le groupe inférieur est composé vers le bas de bancs de grès épais, séparés par des lits d'argile schisteuse. Le grès est à grains très fins réunis par un ciment argileux et souvent micacé. Sa teinte varie du rouge lie de vin au jaune brun et au gris verdâtre. Au-

dessus, la roche arénacée est en lits minces, alternant avec des argiles schisteuses plus ou moins sableuses. Dans la partie supérieure, la roche est plus argileuse et moins solide; enfin tout à fait en haut de la série elle alterne avec des lits peu épais de dolomie qui font le passage au muschelkalk.

M. Daubrée a reproduit (p. 102 et pl. 1, fig. 27) la coupe de la grande carrière de Soultz-les-Bains, donnée en 1834 par Voltz, qui désignait le grès des Vosges par l'expression de *grès bigarré inférieur* (1). On y voit de bas en haut sur une épaisseur totale de 30 mètres:

1. Grès rouge à gros grains, avec des cailloux de quartz, faisant le passage au grès des Vosges sous-jacent.
2. Bancs de grès de 0$^m$,50 à 2$^m$,50, séparés par des lits minces de grès schisteux et d'argile feuilletée. . . . . . . . . 12$^m$,00
3. Bancs exploités de grès argileux, à grains très fins, alternant avec des lits d'argile schisteuse de 0$^m$,20 à 0$^m$,50, et de dolomie de 0$^m$,10 à 0$^m$,20. Ces derniers sont mélangés de sable fin et d'argile. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 16$^m$,00
4. Bancs de dolomie cristalline formant le passage au muschelkalk.

L'une des assises supérieures du grès bigarré est formée de grands ellipsoïdes contigus, placés dans le sens de leur grand axe et dont le diamètre varie de 1$^m$,50 à 2 mètres. Ces masses qui se délitent aisément offrent des veines de fer hydraté également concentriques à la surface. Dans d'autres bancs minces, des fissures de retrait, perpendiculaires aux plans de joints, les divisent en plaques polygonales, quelquefois de formes hexagonales ou pentagonales régulières, donnant à l'ensemble l'aspect d'un carrelage. Cette division prismatique rappelle celle des laves et des basaltes, où elle résulte à la fois d'un refroidissement et d'un *retrait* dans la masse. Ici elle serait due seulement à la dernière cause par suite du dessèchement. En outre, chaque plaque est encadrée par une bordure de fer hydraté qui, sur son pourtour, a pénétré le grès. La chaux carbonatée magnésifère et l'hydroxyde de manganèse (acerdèse) recouvrent aussi parfois les faces des prismes.

Les couches argileuses associées au grès sont, dans toute la hauteur du groupe, gris-verdâtre, rouges ou jaunâtres, c'est-à-dire participant des teintes du grès lui-même et renfermant quelquefois

(1) *Mémoires de la Soc. d'hist. natur. de Strasbourg*, vol. II. — Voyez aussi : *Bull.*, 1$^{re}$ sér., vol. VI, p. 39, 1834.

des lamelles de gypse. L'auteur signale particulièrement les carrières ouvertes à un kilomètre à l'ouest de Wasselone, près de la Mossig, où l'on extrait de fort belles pierres de taille. Sur le versant occidental de la chaîne, le grès bigarré offre les mêmes caractères qu'à l'est, comme on peut en juger dans les collines situées à l'est de Diemeringen et dans les carrières de Mackwiller qui rappellent complétement celles de Sultz.

On observe quelquefois vers le haut (entre Niederbronn et le Jægerthal) des argiles grises, panachées de rouge, ressemblant aux marnes irisées et qui, suivant l'auteur, représenteraient les *argiles schisteuses* du Wurtemberg (assise 22 du Tableau, *antè*, p. 10). Ces marnes, mieux développées du côté de la Lorraine, semblent être au niveau du gisement salifère de Salzbronn. En général, on peut remarquer que les bancs de grès bigarré ne sont point continus, mais qu'ils forment des lentilles de 10 à 15 mètres en tous sens et auxquelles d'autres succèdent à la même hauteur.

Le passage du grès bigarré au grès des Vosges supérieur s'observe principalement en dehors de la chaîne (environs de Mutzig, collines d'Hermolsheim, à l'ouest de Niederbronn et versant occidental). Souvent en Lorraine ils sont séparés par des lits composés de rognons géodiques de dolomie cristalline. Le grès des Vosges, il est vrai, a été partiellement soulevé avant le dépôt du grès bigarré, mais en dehors de la région où ce mouvement s'est produit on reconnaît que les portions restées immergées ont dû se lier à ce dernier immédiatement superposé, et peut-être, comme on l'a dit, formé aux dépens du précédent.

La puissance moyenne du grès bigarré de l'Alsace est de 25 à 30 mètres et beaucoup moindre que celle du grès des Vosges. De l'autre côté de la chaîne elle est de 50 mètres. En général, le grès bigarré est à un niveau inférieur à celui du grès des Vosges (1).

Paléophytologie.

Étudiée d'abord par Mougeot père et Voltz, la flore du grès bigarré a été bien caractérisée par M. Ad. Brongniart (2), qui a fait

(1) Voyez aussi : A. Daubrée, *Note sur une zone d'amas ferrugineux placés le long de failles, à la jonction du grès des Vosges et du muschelkalk, dans le département du Bas-Rhin* (*Bull.*, 2[e] sér., vol. III, p. 169, 1846). — *Notice sur les filons de fer de la région méridionale des Vosges* (*Mém. de la Soc. d'hist. natur. de Strasbourg*, vol. IV, 1850).

(2) *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*, p. 189, in-8°. Paris, 1828.

connaître 20 espèces nouvelles. Les restes de végétaux recueillis dans les carrières de Soultz-les-Bains ont donné lieu à plusieurs mémoires particuliers avant le grand travail dont nous parlerons tout à l'heure. Ainsi M. Schimper (1) a décrit sous le nom d'*Albertia* un nouveau genre de conifères qui s'y montre fréquemment. En considérant ailleurs (2) la nature des dépôts et la distribution des végétaux dans les diverses couches, il a été amené à penser que le grès bigarré devait être le résultat de pluies d'hiver alors d'une intensité tropicale, et les schistes ou les marnes celui des pluies du printemps moins abondantes. La flore du groupe se diviserait elle-même en flore d'hiver et en flore de printemps. Les grès enveloppent la première, composée de bois de conifères et de grandes fougères vivaces; les schistes, la seconde comprenant les plantes annuelles, de petites liliacées, de petites fougères, des chatons mâles et de nombreux rameaux jeunes de conifères.

La présence de débris organiques animaux ou végétaux distingue surtout le grès bigarré du grès des Vosges, dit M. Daubrée (3). Les empreintes végétales les plus fréquentes sont des Calamites et des équisétacées. Parmi les fougères, l'*Anomopteris Mougeotii* est toujours l'espèce la plus remarquable. Parmi les conifères, ce sont les *Voltzia* qui doivent fixer l'attention et dont les cônes ne sont pas rares, tandis que les *Albertia* sont moins répandus. La matière ligneuse de ces végétaux a été remplacée par une argile mélangée de fer hydraté brun. Quelquefois cependant la substance est à l'état charbonneux et les empreintes ont conservé tous les caractères organiques. L'intérieur de la tige des Calamites est en grès; l'écorce seule est ferrugineuse. C'est particulièrement dans les couches inférieures de Soultz-les-Bains que se montrent les restes de végétaux, puis dans les carrières de Gresswiller, de Niederhaslach, de Wasselone, d'Allenwiller, et surtout dans celles de Mackwiller, de Petersbach et de Hambach.

MM. A. Mougeot et W.-P. Schimper ont donné une *Monographie des plantes fossiles du grès bigarré de la chaîne des Vosges* (4),

---

(1) *Soc. d'hist. natur. de Strasbourg*, 21 déc. 1836.—L'*Institut*, 22 mars 1837.

(2) *Ibid.*, 1er févr. 1837. — *Ibid.*, 25 avril 1837.

(3) *Description géol. et minér. du département du Bas-Rhin*, p. 109, in-8°, 1852.

(4) In-4°, avec 40 pl. Leipzig, 1844.

comprenant 33 espèces dont 29 proviennent de la seule localité de Soultz-les-Bains et 4 des environs d'Épinal et de Bacarat. Ce sont, d'après les dénominations et la classification adoptées depuis par M. Ad. Brongniart (1) :

Fougères : *Neuropteris grandifolia*, Schimp. et M., *N. imbricata*, id., id., *N. Voltzii*, Brong., *N. intermedia*, Schimp. et M., *N. elegans*, Brong., *Trichomanites myriophyllum*, id., *Pecopteris sultziana*, id., *Anomopteris Mougeotii*, id., *Crematopteris typica*, Schimp. et M., *Protopteris Mougeotii*, Brong. (*Cottæa*, id., Schimp. et M.), *P. Lesangeana*, Schimp. et M., (*Caulopteris*, id., id.), *P. micropeltis*, id. id., *P. Voltzii*, id., id., *Caulopteris? tessellata*, id., id.

Équisétacées : *Equisetites Brongniarti*, Schimp. et M., *Calamites? arenaceus*, Jœg., *C. Mougeotii*, Brong.

Astérophyllitées? *Schizoneura paradoxa*, Schimp. et M., *Æthophyllum speciosum*, id., id., *Æ. stipulare*, Brong.

Conifères : *Voltzia heterophylla*, Schimp. et M., *V. acutifolia*, Brong., *Haidingera latifolia*, Endl. (*Albertia*, Schimp.), *H. elliptica*, id., *H. Braunii*, id., *H. speciosa*, id., *Strobilites laricoides*, Schimp. et M., (an *Haidingera?*).

Cycadées : *Zamites vogesiacus*, Schimp., et M., *Ctenis Hogardi*, Brong. (*Nilssonia*, id., Schimp. et M.)

Monocotylédones douteuses : *Yuccites vogesiacus*, Schimp, et M., *Palæoxyris regularis*, Brong., *Echinostachys oblonga*, id., *E. cylindrica*, id.

Suivant l'opinion émise par MM. Schimper et Mougeot (2), il y aurait une liaison intime entre cette flore et celle des marnes irisées, liaison qui indique un rapport semblable entre les sédiments eux-mêmes. Comparée à celle qui l'a précédée, cette flore aurait aussi beaucoup d'analogie, de sorte que les végétaux de ces premiers dépôts secondaires formeraient une sorte d'intermédiaire naturel rattachant les dernières couches de transition au groupe supérieur de la formation triasique. On trouve en effet dans le grès bigarré, continuent-ils, les Calamites gigantesques de la formation houillère, les fougères d'aspect tropical, et, selon Witham, des bois fossiles analogues à celui des *Araucaria*, plantes qui offrent les

---

(1) Art. VÉGÉTAUX FOSSILES, *Dictionn. univ. d'hist. natur.*, vol. XIII, p. 150, 1849.

(2) *Loc. cit.*, p. 7.

plus grands rapports avec les *Voltzia* et les *Albertia* (*Haidingera*). De même que dans les dépôts de la période carbonifère aucune trace de végétaux dicotylédonés proprement dits n'a été observée jusqu'à présent, de même tous les débris de la flore du grès bigarré doivent être rapportés aux polycotylédonés (gymnospermes, conifères), aux monocotylédonés et aux acotylédonés vasculaires. Cette opinion était émise dès 1828 par M. Ad. Brongniart (1), qui l'étendait alors aux marnes irisées et à toute la série inférieure à la craie.

Depuis, ce dernier savant (2) a donné sur le même sujet quelques considérations que nous reproduirons aussi pour faire mieux apprécier les caractères généraux de cette végétation qui fleurissait entre la fin de l'époque paléozoïque et la période jurassique, ouvrant ainsi l'ère secondaire par la présence de certaines formes qui lui sont propres.

Ces caractères sont : 1° l'existence de fougères assez nombreuses, de formes souvent très anomales, constituant évidemment des genres aujourd'hui éteints et qu'on ne retrouve même plus dans les dépôts postérieurs ; tels sont les *Anomopteris* et les *Crematopteris ;* les fougères arborescentes y sont plus fréquentes que dans la formation jurassique, les vrais *Equisetum* très rares, les Calamites ou mieux peut-être les *Calamodendron* abondantes au contraire ; 2° les gymnospermes, représentés par les deux genres de conifères (*Voltzia* et *Haidingera* ou *Albertia*) dont les espèces et les individus sont très nombreux, tandis que les cycadées sont fort rares, 2 espèces étant citées sur des échantillons uniques et peut-être douteux. Aussi M. Brongniart sépare-t-il complétement, sous le rapport botanique, le grès bigarré des marnes irisées, car, dans ces dernières, les cycadées deviennent fort abondantes, parfaitement caractérisées et souvent analogues à celles de la période jurassique, tandis que les conifères du grès bigarré manquent complétement dans le groupe triasique supérieur, sur la flore duquel nous reviendrons en traitant de la Souabe.

D'après le tableau des fossiles du trias, dressé par M. Lebrun et dont nous avons déjà parlé (*antè*, p. 118), 5 espèces du grès bigarré remonteraient jusque dans le grès supérieur des marnes irisées, 10 jusque dans les couches charbonneuses de la base, 4 desquelles

(1) *Prodrome*, etc., p. 139.
(2) Art. Végétaux fossiles du *Dictionn. univ. d'hist. natur.*, vol. XIII, p. 150, 1849.

existeraient aussi dans le muschelkalk, de sorte que, si ces dernières déterminations étaient exactes, les trois groupes seraient reliés par leurs flores comme ils paraissent l'être par leurs faunes.

Paléontologie. Dans ses *Recherches sur les ossements fossiles du grès bigarré de Soultz-les-Bains* (1), M. H. de Meyer a fait voir que la structure de ces os, comme celle des ossements qui proviennent du grès bigarré de Deux-Ponts et de Jenzig était telle, qu'ils se laissaient couper comme du savon ou de la stéatite et que tous les restes de mollusques du même gisement étaient à l'état de moules, excepté les Lingules. Le savant paléontologiste décrit, comme ayant été recueillis dans cette localité, l'*Odontosaurus Voltzii*, un fragment voisin du *Metriorhynchus*, le *Menodon plicatus* et divers ossements. M. Schimper (2) a rapporté au genre *Palæoniscus* un poisson qu'il suppose d'eau douce, et rencontré dans le grès bigarré de cette même localité, où il signale aussi un crustacé voisin, suivant lui, de l'*Apus cancri* (3).

Parmi les restes d'animaux fossiles, les mollusques, à l'exception des Lingules et des Térébratules, sont tous à l'état de moules. Aux espèces indiquées par Voltz en 1837, si l'on ajoute, dit M. Daubrée (4), le résultat des découvertes qui ont été faites depuis, on trouve que la faune du grès bigarré de l'Alsace comprend environ 60 espèces dont quelques-unes sont restées indéterminées. Un certain nombre d'entre elles nous paraissent en outre avoir été seulement nommées, mais non décrites. Ce sont :

Radiaires : *Encrinites liliiformis*, Schloth. (*Encrinus*, id., Lam.) (quelques articulations provenant peut-être du muschelkalk)?

Mollusques : *Ammonites* (*Ceratites*) *Schimperi*, de Buch (musée de Strasbourg), *Natica Gaillardoti*, Voltz, *Turritella extincta*, Gold., *Rostellaria scalata*, id., *R. antiqua*, id., *R. detrita*, id., *R. Hehlii*, id., *R. obsoleta*, id., *Pecten discites*, Hehl, *P. lævigatus*, Bronn, *P. sultzensis*, Schimp. (musée de Strasbourg), *Lima striata*, Desh., *L. lævidorsata*, Schimp., *L. Voltzii* id., *L. Albertii*, Voltz, *L. intermedia*, id., *L. radiata*, Gold.,

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. natur. de Strasbourg*, vol. II, part. 3.

(2) *Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, 6 juillet 1841. — *L'Institut*, 9 déc. 1841.

(3) *Ibid.*, 19 mars 1839. — *L'Institut*, 22 août 1839.

(4) *Loc. cit.*, p. 114.

*L. elongata*, Voltz, *L. planisulcata*, id., *L. affinis*, id., *Spondylus comtus*, Gold., sp. *Avicula socialis*, Bronn, *A. dubia*, Voltz, *A. acuta*, Gold., *Arca?* *Mytilus arenarius*, Zenk., *Modiola recta*, Voltz, *Myophoria vulgaris*, Bronn, *M. laticosta*, Schimp. (musée de Strasbourg), *Venus nuda?* Gold., *Mya ventricosa*, Schloth., *Myacites Albertii*, Voltz, *M. Walchneri*, id., *Pleuromya æquistriata*, Ag., *P. costulata*, id., *P. gracilis*, Schimp. (musée de Strasbourg), *Arcomya varians*, Ag., *Lingula tenuissima*, Bronn, *Terebratula vulgaris*, Schloth., *Posidonomya minuta*, d'Alb., *Trigonella rostrata.*

Crustacés : *Branchipus? Apus antiquus* (musée de Strasbourg), Schimp., *Gebia? obscura*, H. de Meyer, *Limulus Bronnii*, Schimp. (musée de Strasbourg), *Galathea? audax*, H. de Mey.

Poissons : *Acrodus Braunii*, Ag., et 2 esp. indét.

Reptiles : *Menodon plicatus*, H. de Mey., *Odontosaurus*, Voltzii, H. de Mey., *Mastodontosaurus Waslenensis*, id. (1), *Nothosaurus Schimperi*, H. de Mey., une empreinte de patte de tortue et des fragments d'os indéterminés (2).

Dans les carrières de Sultz les coquilles et les restes de sauriens se trouvent dans les couches supérieures aux bancs exploités, couches dans lesquelles les végétaux sont rares, tandis que ceux-ci se montrent fréquemment dans ces mêmes bancs exploités, ainsi que dans les argiles sous-jacentes. La *Posidonomya minuta* abonde surtout dans l'une de ces dernières, et le *Branchipus* avec l'*Apus* dans une autre.

Par l'ensemble de ses fossiles, on peut juger que le grès bigarré est un dépôt littoral. Les végétaux auraient vécu sur les îles que formait la chaîne des Vosges pendant cette période. Ici, comme sur les autres points du pourtour montagneux que nous avons étudié dans ce chapitre, on voit que les sédiments se sont déposés lentement, ainsi que le prouvent la nature des matériaux, la régularité parfaite de la stratification et la distribution des débris organiques.

Le tableau des fossiles du trias dressé par M. Lebrun, et qui comprend à la fois ceux de la Lorraine et la plus grande partie de ceux qui ont été signalés en Alsace, indique un assez grand nombre

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 455.

(2) Voyez aussi : P. Gervais, *Observations relatives aux reptiles de la France*, 1re partie; *Compt. rend.*, vol. XXXVI, p. 374, 1853.

d'espèces d'animaux communes aux divers termes de la série, surtout dans la classe des acéphales et dans celle des reptiles. D'après ce document, l'*Ichthyosaurus lunevillensis* se montrerait à tous les niveaux ainsi que les *Myophoria vulgaris* et *curvirostris*, l'*Avicula socialis*, la *Posidonomya minuta* et le *Lyrodon simplex* ; 18 espèces seraient communes à quatre de ces divisions, etc. (1). Mais, comme nous l'avons dit, les éléments de ce tableau doivent être soumis à une révision sérieuse, avant qu'on puisse lui accorder une entière confiance.

Bavière rhénane.

Le massif de muschelkalk de Weissembourg que coupe la vallée de la Lauter, limite de la France et de la Bavière rhénane, se continue au delà pour former, jusqu'au nord de Bergzabern, une bande étroite comprise entre le grès des Vosges ou le grès rouge et les dépôts récents de la plaine du Rhin. Nous ne connaissons d'ailleurs que peu de détails publiés récemment sur les caractères des derniers affleurements du trias dans cette direction, que nous trouvons marqués sur la carte géologique de la France.

Le grès des Vosges, dit M. W. Gümpel (2), constitue la plus grande partie de la Hardt. Après son dépôt, une dislocation eut lieu et fut suivie d'un nouveau grès à grains fins, de caractères différents, renfermant des fossiles animaux et végétaux, et formé dans un bassin compris entre les couches redressées du précédent. Ce grès bigarré serait ainsi nettement séparé du grès des Vosges. Sur les bord du Rhin il ne s'élève qu'à 260 mètres (800 pieds) d'altitude (3), tandis que le grès des Vosges atteint 665 mètres (2048 pieds) au mont Gross-Calmit.

Le grès bigarré et le muschelkalk sont plus ou moins inclinés. Le grès est solide, blanc-jaunâtre clair, formant un contraste avec la teinte foncée des montagnes. Le muschelkalk règne d'une manière continue de Weissembourg à Klingen-Münster. Plus au nord on ne trouve que des lambeaux à Birkweiler, Saint-Johann, Liebeldingen et Haardt près Neustadt. On y remarque un banc de $0^m,20$ à $0^m,60$,

(1) L'auteur donne aux trois divisions ou étages des marnes irisées la même valeur qu'aux groupes du muschelkalk et du grès bigarré ; aussi, pour lui, le trias se compose-t-il de cinq étages.

(2) *Ein Gebirgs-Durchschnitt auf der linken Rheinthal-Seite bei Landau* (*Neu. Jahrb.*, 1853, p. 524, pl. 7).

(3) Nous supposons ici que l'auteur se sert du pied-de-roi ; si c'était du pied de Bavière, ces altitudes seraient moindres. Cette dernière mesure n'étant que $0^m,2918$.

rempli de crinoïdes, et par places il y a beaucoup de coquilles et des dents de poissons. Des rognons d'hornstein avec une structure oolithique s'y rencontrent également. Dans le calcaire argileux inférieur près de Saint-Johann, on signale de petits cubes qui seraient des épigénies de sel gemme, indiquant l'ancienne existence de cette substance dans ces couches. Les sources salées de Dürkheim proviennent sans doute de dépôts triasiques profondément enfouis sous les couches tertiaires de la plaine. Enfin les marnes irisées recouvrent le muschelkalk au sud et renferment à Köstendell l'*Equisetum columnare*.

---

# CHAPITRE IV.

## FORMATION TRIASIQUE DU CENTRE DE LA FRANCE.

Nous comprenons sous ce titre les dépôts rapportés au trias, qui, plus ou moins développés sur le pourtour du plateau central de la France, sont placés entre le quatrième étage du lias et la formation permienne, ou qui, plus ordinairement par l'absence de celle-ci, reposent, soit sur la formation houillère, soit sur les roches cristallines granitiques, schisteuses ou porphyriques. Nous commencerons par l'examen des montagnes situées entre la Saône et la Loire, désignées sous le nom de montagnes du Morvan et du Charolais et appartenant presque en totalité aux départements de Saône-et-Loire et du Rhône. Les dépôts qu'on y observe, placés géographiquement en regard de ceux dont nous venons de parler dans la Franche-Comté, nous offriront ainsi un terme de comparaison naturel avec ces derniers. Observations générales.

Jusqu'à présent notre tâche a été facile en ce qui concerne les limites stratigraphiques du trias ; ses caractères minéralogiques ou ses fossiles nous ont presque toujours offert des moyens suffisants pour le séparer des dépôts plus anciens comme des plus récents; mais, dans la région fort étendue et très variée que nous allons étudier, ces moyens nous deviendront insuffisants, ou nous manqueront même tout à fait, et il en résultera une certaine indécision dans les conclusions. Ici les roches arénacées, fréquemment en contact avec des roches cristallines de diverses sortes, provenant de l'altération et de la désagrégation de ces dernières, presque entièrement dépourvues de restes organiques et reconstituées en quelque façon par une action ultérieure, ne présentant enfin qu'une stratification plus ou moins obscure, permettent rarement de se prononcer sur leur âge véritable. Aussi certaines d'entre elles ont-elles pu être regardées comme appartenant à la formation houillère, tandis que d'autres ont été rapportées avec plus ou moins de vraisemblance à la formation permienne, à tel ou tel groupe du trias, et même à la base du lias, ainsi qu'on l'a vu lorsque nous avons traité de l'arkose (*antè*, vol. VI, p. 390).

Les mémoires de de Bonnard (1) ont les premiers appelé sérieusement l'attention des géologues sur ce sujet complexe. On y trouve de précieux détails et des appréciations presque toujours justes ; mais on y voit aussi que les difficultés de la question, fort bien comprise par l'auteur, sont loin d'avoir été résolues par lui. Aussi est-il resté dans une réserve qui fait honneur à son jugement comme à sa bonne foi.

« J'ai exposé, dit-il (2), dans mon premier mémoire, les diffi-
» cultés que me semblait offrir toute conclusion sur le *niveau* ou
» l'horizon géologique de ce *terrain d'arkose ;* j'ai cependant pré-
» senté, au moins comme plus probable que toute autre, l'opinion
» qui établirait ce niveau à la formation du *grès bigarré*, ou plutôt
» qui considérerait le terrain d'arkose comme représentant, en
» quelque sorte par extrait, un ensemble de formations dont le grès
» bigarré forme la partie moyenne, mais sans me dissimuler les
» motifs qui peuvent porter à concevoir des opinions différentes,
» et à avancer ou à reculer l'arkose dans la série générale des for-
» mations. Mes nouvelles observations ne m'ont pas fourni de
» données qui puissent faire changer ma présomption précédente,
» malgré le doute que peut inspirer l'incertitude des rapports
» géognostiques de l'arkose et du terrain houiller. »

L'auteur décrit ensuite, sous le nom de *terrain de marnes et lumachelles*, un ensemble de couches placées entre l'arkose et le lias, et qu'il regarde comme représentant les *marnes irisées*. Les assises marneuses inférieures, généralement vertes et rouges, renferment des bancs d'arkose subordonnés, et plus bas passent à l'arkose elle-même par le mélange des grains de quartz et de feldspath. Les assises marneuses supérieures, grises ou noirâtres, alternent avec les premiers bancs du lias et avec les calcaires lumachelles qui en font partie. Nous en avons déjà traité en les réunissant à ce groupe dont elles constituent le quatrième étage ; nous n'y reviendrons donc plus et nous essayerons d'abord dans ce qui suit de séparer, autant que possible, le trias du lias qui est au-

(1) *Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne* (*Ann. des mines*, vol. X, p. 193-427, 1825). — *Sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le gisement du terrain d'arkose, à l'est du plateau central de la France* (*Ibid.*, 2e sér., vol. IV, 1828).

(2) *Loc. cit.* (2e mém.), p. 58.

dessus et du système permien au-dessous lorsque ce dernier existe, et ensuite de tracer les limites de ceux de ses groupes qui sont réellement représentés. C'est ici que le manque de fossiles viendra s'ajouter à la ressemblance des caractères pétrographiques et au peu de netteté de la stratification pour rendre notre tâche assez ardue.

Les dépôts du trias, désignés par le signe $t^3$ (marnes irisées ou *Keuper*) sur la *carte géologique de la France*, forment, dans le département de la Côte-d'Or, plusieurs îlots épars à la surface des roches granitiques au nord-est de la ville de Saulieu, puis au sud, sur la route de Lucenay où le plateau atteint 580 mètres d'altitude, sur la route d'Arnay-le-Duc, à peu près à la même distance, et plus au sud encore au signal de Bard près Manlay. Au midi d'Arnay-le-Duc, à partir du ruisseau de Charmoy, les marnes irisées deviennent continues, entourent à l'est le bassin houiller d'Épinac et les masses porphyriques de la même région. Elles forment, dans le département de Saône-et-Loire, une bande étroite, découpée, dirigée au S.-E. vers Couches et Saint-Léger, pour se replier au S.-O., de manière à former une large zone qui couvre tout le bassin houiller de ce département jusqu'à la rive droite de la Loire à l'ouest de Digoin où elle disparaît sous les dépôts tertiaires de la vallée. Au delà, dans la même direction, elle se montre de nouveau, occupant un espace triangulaire compris au nord du Donjon, entre le bassin houiller de Moncombroux et le terrain de transition plus ancien de Saint-Léon (Allier). Au sud de Saint-Léger-sur-Dheune, des lambeaux du même groupe descendent par Buxy jusqu'au delà de Saint-Gengoux. Plus loin, toujours dans la même direction, dans le département du Rhône, deux lambeaux de trias marqués seulement du signe *t* sont indiqués au fond de la vallée de l'Azergue, au nord de Chessy, et sur la rive gauche de la Brévenne au nord et au nord-est de l'Arbresle.

Département de la Côte-d'Or.

Nous avons déjà parlé de l'affleurement des marnes irisées au fond du cirque de Sombernon, et donné la coupe de cette localité intéressante (*antè*, vol. VI, p. 387). Ce groupe, dit M. de Nerville (1), n'existe qu'à l'état rudimentaire dans le département de la Côte-d'Or et comme représentant la limite extrême du bassin.

(1) *Légende explicative de la carte géologique de la Côte-d'Or*, p. 15, 1853. — *Carte géologique* de ce département, à l'échelle

A Ivry, Molinot, Mémont, dans le ravin de Beaume-la-Roche et à Mâlin, son épaisseur est de 50 à 60 mètres, et il renferme des amas de gypse exploités, de 10 à 12 mètres de puissance. Il comprend, vers le haut, des bancs de dolomie compacte et caverneuse, solides, plus ou moins épais, puis au-dessous des marnes argileuses, rouges, vertes, lie de vin, avec les amas de gypse subordonnés dont on vient de parler, et vers le bas des grès quartzeux, gris-cendré, alternant avec des bancs d'un grain plus ou moins grossier. L'auteur pense que sous certaines parties de la formation jurassique de ce pays, le trias pourrait atteindre une épaisseur beaucoup plus considérable qu'en aucun point de ses affleurements. Les sources de Pouillenay et de Santenay qui s'échappent au milieu des étages du lias sont présumées avoir leur origine dans des amas de sel gemme ou mieux dans des argiles salifères subordonnées aux marnes irisées sous-jacentes (Voy. *antè*, vol. VI, pl. 2, fig. 1).

M. Guillebot de Nerville désigne ensuite sous le nom d'*arkose keupérienne* des grès quartzeux et feldspathiques reposant sur le granite et alternant avec de petits bancs de marnes verdâtres. Ils sont solidifiés par un ciment siliceux, cristallin, postérieur au dépôt arénacé qui les constitue, et qui a amené avec lui de la chaux fluatée, de la galène et d'autres substances cristallisées pêle-mêle dans la masse du grès. Cette arkose, beaucoup plus fréquente que celle du lias, est exploitée à Sainte-Sabine et à Remilly.

Département de Saône-et-Loire. Lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Autun en 1836, Rozet (1) fit remarquer que les grès du ravin de Saint-Denis au nord-est de la ville, sur la route de Beaune, ne contiennent que des galets de gneiss et de granite, roches plus anciennes que le grès houiller, et que le grès rouge de Curgy, situé au delà, postérieur à ce dernier, devait représenter le *grès rouge* ou *rothe todte Liegende* des Vosges. Le grès arkose, situé vers le haut de la colline et horizontal, appartiendrait alors au lias. La posi-

de $\frac{1}{80000}$, en 6 feuilles et une feuille double de coupes. Paris, 1852. — Payen, *Géologie de la Côte-d'Or* (*Les deux Bourgognes*, 1838). — *Journal d'agricult. de la Côte-d'Or*, juillet 1851. — *Bull.*, 2e sér., vol. VIII, p. 569, 1851. — J. Fournet, *Système suprahouiller de la Bourgogne* (*Mém. de l'Acad. roy. des sc., lettres et arts de Lyon*, vol. VI, p. 17-20, 1856).

(1) *Bullet.*, 1re sér., vol. VII, p. 318, 1836.

tion du grès rouge précédent a été contestée par plusieurs personnes qui le réunissent au grès houiller. Au sud du massif cristallin qui sépare le bassin houiller d'Autun de celui du Creusot et en se dirigeant de ce dernier point vers Montchanin, on a observé un grès rouge, puis des argiles sableuses, micacées, rouges et vertes, inclinées, formant la surface du sol. De cette dernière localité aux Couchets, le grès renferme, comme on sait, des veines d'oxyde de chrome et des veines de quartz colorées par cette substance. Ici la masse arénacée ou arkose granitoïde, entourée et percée par le granite ne présente aucune stratification distincte, mais elle paraît être recouverte par un grès, en bancs plus ou moins réguliers.

Au nord-est de ce point, autour de Chalençay et de Saint-Léger-sur-Dheune, des assises de marnes rouges, vertes, grises, etc., sont rapportées au groupe triasique supérieur. M. Levallois (1) a donné de cette localité la coupe suivante, où l'on observe à partir de la terre végétale :

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Calcaire dur, compacte, blanc, verdâtre, dolomitique, divisé en quatre bancs. . . . . . . . . . . . . . . . | 1 |
| 2. Marnes rouges, feuilletées, vertes à la partie inférieure. . | 1 |
| 3. Calcaire magnésien, plus compacte et à cassure plus conchoïde que le n° 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,50 |
| 4. Marne rouge et verte. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,15 |
| 5. Gypse compacte, rougeâtre, un peu mélangé de marne (plâtre de 2ᵉ qualité) . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,50 |
| 6. Gypse en petits fragments carrés, disposés dans le plan des couches . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,50 |
| 7. Gypse et marne (plâtre de 2ᵉ qualité). . . . . . . . . . | 1,50 |
| 8. Rognons gypseux mélangés de marne. . . . . . . . . . | 1,80 |
| 9. Marnes rouges, avec gypse fibreux en veines parallèles à la stratification . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,50 |
| 10. Banc de gypse blanc, dit *de galerie*, fournissant le plâtre de 1ʳᵉ qualité . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,00 |
| 11. Banc gypseux, dit *de fond* (plâtre de 2ᵉ qualité). . . . . | 2,35 |
| Total. . . . . | 14,80 |

Dans les différentes carrières de la commune, les bancs parallèles se suivent dans le même ordre, ont la même épaisseur, sont un peu inclinés et flexueux ou ondulés. Le sommet de la colline est occupé par les couches inférieures du lias séparé des marnes

(1) *Mém. sur les carrières et les fours à plâtre de Saint-Léger-sur-Dheune* (*Ann. des mines*, 1ʳᵉ sér., vol. VII, p. 483, 1823).

gypseuses par une couche d'arkose arénacée qu'avait déjà mentionnée de Bonnard. Le gypse exploité est en rognons enveloppés de marnes grises et panachées; il est saccharoïde, blanc, rose ou verdâtre (1).

De Saint-Léger à Autun les marnes irisées sont accompagnées de bancs d'arkose, comme de Couches à Saint-Émilan où elles occupent la partie supérieure du plateau (2). A Laselle, les bancs d'arkose quartzeuse, semblable à celle de Fragny, sont surmontés par les marnes irisées. Le grès rouge observé du Creusot à Blanzy et aux Couchets représente, pour Rozet, le *rothe todte Liegende*, et il se termine vers le bord du canal du centre. La roche chromifère des Couchets ne serait, suivant ce géologue, ni une arkose, ni un grès, mais une eurite granitoïde, ou bien un simple accident du granite qui constitue la base de la montagne. Il fait remarquer ensuite que l'arkose de Laselle est au milieu des marnes irisées, et que le grès rouge, qui recouvre la roche chromifère des Couchets, n'a jamais été observé au-dessus de l'arkose, se trouvant au contraire à la base des marnes irisées. M. Leymerie pense que les filons siliceux, qui se montrent dans le granite et l'arkose de la dernière localité que nous venons de citer, et y ont apporté l'oxyde de chrome, peuvent avoir modifié les caractères de la roche arénacée et lui avoir donné cet aspect granitoïde qui la caractérise.

Dans son *Mémoire sur les montagnes qui séparent la Loire du Rhône et de la Saône* (3), Rozet a compris, sous le nom de *terrain de grès rouge ou vosgien*, des grès, des schistes bitumineux et des grès rouges développés surtout dans le bassin d'Autun, et qui, d'après sa manière de voir, rentreraient dans ce que l'on a depuis désigné sous le nom de *système permien*. Il croit y reconnaître les équivalents du zechstein et du *rothe todte Liegende* de l'Allemagne. Le grès rouge, comparé plus particulièrement à ce dernier étage, est composé de fragments d'eurite, de trapp, de porphyre, de granite et de gneiss réunis par un ciment siliceux ou argileux. Peu développé dans le bassin de l'Arroux, il recouvre une grande partie de la surface du terrain houiller de celui de la Bourbince et de la Dheune. Aux environs de Mont-Cenis, il repose à stratification con-

---

(1) D'Archiac, *Notes inédites*, 1838.
(2) *Bull.*, 1re sér., vol. VII, p. 341, 1836.
(3) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. IV, p. 101, 1840, avec carte et coupes.

cordante, sur les dépôts carbonifères, entre Gueugnon et Perrecy-les-Forges, sur le granite décomposé au contact, le long de la route de Mont-Cenis à Couches également sur le granite, et il entoure le flanc sud de la montagne des Couchets ; il surmonte enfin les aspérités de diverses roches ignées et a été traversé par des filons de quartz.

C'est seulement avec sa troisième division que Rozet commence le trias dont il désigne la base sous le nom de *groupe du grès bigarré* ou *arkose*. Cette arkose sans fossiles, composée de grains de quartz, de feldspath, plus ou moins altérés, micacés, est à ciment siliceux, et représenterait tout ce qui se trouve dans la formation entre le grès des Vosges et les marnes irisées. Lorsque le ciment est calcaire, la roche appartiendrait au lias, car alors elle renferme des fossiles ; quand elle repose sur le granite, elle y passe insensiblement. Elle est surtout développée dans le Briançonnais et aux environs de Châteauneuf. On a vu qu'à Laselle, sur la route d'Autun à Châlon, elle était recouverte par les marnes irisées, et que les deux roches alternaient au contact comme dans toutes les vallées latérales ou qui débouchent dans celle de la Dheune depuis Couches jusqu'à Decize.

Aucune trace de muschelkalk ne se montrant dans cette région, les marnes diversement colorées, accompagnées de gypse et de quelques bancs de dolomies, mais sans sel gemme, sont regardées comme représentant le groupe des marnes irisées. Elles sont bien développées sur les deux versants de cette même vallée de la Dheune, depuis Saint-Bérain jusqu'à Cheilly et Decize. Les arkoses et les grès qui viennent au-dessus appartiennent au quatrième étage du lias. Nous en avons déjà parlé, ainsi que de tous les phénomènes d'éruptions siliceuses, métallifères, barytifères, etc. qui s'y rattachent (*anté*, vol. VI, p. 390 et 684).

Ces divisions du *terrain de grès rouge ou vosgien*, tel que le comprenait Rozet, sont représentées sur sa carte par une seule teinte, mais par deux et par trois dans ses coupes. M. Élie de Beaumont (1), dans le rapport qu'il a fait à l'Académie des sciences sur ce mémoire, pense que le grès rouge, de même que les arkoses dont nous venons de parler, appartiennent non-seulement au trias, mais encore à sa partie la plus élevée, c'est-à-dire aux marnes irisées. Il en est en effet ainsi sur la carte géologique de la France, comme nous l'avons dit plus haut et où tout ce qui a été considéré comme

(1) *Compt. rend.*, séance du 17 août 1840.

une dépendance du trias, dans l'espace qui sépare la Loire de la Saône, a été rangé dans le groupe supérieur. Ainsi, tout en admettant la justesse des observations de Rozet, la plupart de ses rapprochements théoriques se trouvaient implicitement rejetés par cette manière de voir.

En 1842, M. A. Burat (1) réunissait au grès bigarré les roches rouges, panachées de jaune et de vert, qui recouvrent le bassin houiller de Saône-et-Loire, et qui, découpées en collines arrondies, souvent meubles et stériles, impriment à la contrée une physionomie particulière. Il les regardait aussi comme se liant avec les marnes irisées d'une part, mais discordantes de l'autre, avec les dépôts houillers affectés par des dislocations qui ne pénètrent pas dans les grès superposés.

Peu après, M. Manès a donné une *Notice sur le bassin houiller de Saône-et-Loire*, dont nous parlerons tout à l'heure, et en 1847, une *Statistique géologique et minéralogique* de ce département (2), à laquelle nous emprunterons ce qui suit. L'auteur divise le groupe des marnes irisées (son *terrain keupérien*) en deux étages : le *supérieur*, comprenant les marnes irisées proprement dites, l'*inférieur*, l'*arkose*. Ces roches occupent quatre positions différentes : 1° sur le sommet des montagnes primitives, 2° sur les grauwackes, le grès houiller et le grès bigarré ; 3° à la séparation des roches dites primitives et des couches jurassiques ; 4° au milieu même des espaces que remplissent ces dernières.

L'*étage supérieur* qui passe fréquemment au second se divise en trois assises. La plus basse de celles-ci, de 20 à 30 mètres d'épaisseur, se compose de marnes noires, grises, rouges ou vertes, avec des rognons de calcaire saccharoïde dont les cavités sont tapissées de cristaux de quartz (Marigny), de plaques et de veines de chaux carbonatée fibreuse, de veinules et d'amas puissants de gypse, de 15 à 18 mètres (Époigny), de bancs parallèles de cette même substance, de 1 à 3 mètres, séparés par des marnes remplies de gypse fibreux (Saint-Clément, Saint-Léger-sur-Dheune), enfin de grès gypseux et probablement de sel gemme, puisqu'il existe une source salée à Santenay. L'assise moyenne, de 15 à 20 mètres, comprend des marnes vertes et rouges avec des bancs subordonnés

(1) *Mémoire sur le gisement de la houille dans le bassin de Saône-et-Loire*, p. 20-23, in-8°. Paris, 1842.

(2) Page 124, in-8°, avec carte. Mâcon, 1847.

de dolomie compacte, celluleuse et de calcaire siliceux avec des empreintes de *Theniopteris vittata* et de *Clathropteris meniscioides*. Enfin l'assise la plus élevée de M. Manès est, pour nous, comme pour Dufrénoy, une dépendance du quatrième étage du lias (*antè*, vol. VI, p. 684).

L'*étage inférieur*, désigné sous le nom d'*arkose*, se divise en deux assises : la plus basse, de 5 à 13 mètres d'épaisseur, est essentiellement formée de la roche appelée arkose ; la plus élevée, de 8 à 10 mètres, renferme des grès marneux et des marnes vertes avec des calcaires blancs subordonnés, semi-cristallins, non magnésiens, ou bien siliceux, grisâtres et cristallins, avec quelques restes de corps organisés. L'arkose offre les caractères d'un granite recomposé. La roche est en bancs épais, solides, formés de grains de quartz hyalin, de feldspath lamellaire, compacte ou argiloïde, avec un peu de mica, le tout relié par un ciment siliceux ou calcaire et contenant les autres substances minérales que nous avons déjà citées. Lorsqu'elle est superposée au granite, les deux roches semblent passer l'une à l'autre, et l'auteur se range à l'opinion que nous avons vue émise par Rozet. Lorsque ces assises recouvrent la grauwacke, le grès houiller ou même le grès bigarré, c'est toujours à stratification discordante.

Suivant M. Manès, les marnes irisées auraient été déposées longtemps après le grès bigarré, supposition que l'absence du muschelkalk peut contribuer à rendre probable. Les filons quartzeux et métallifères prouveraient en outre que ces dépôts ont dû être soumis à l'influence de roches ignées dont les émanations acides et magnésiennes auraient changé les marnes en gypse, les calcaires compactes en calcaires celluleux et dolomitiques, les marnes noires en marnes lie de vin, jaunes ou vertes. Cette explication de circonstances si fréquentes dans des terrains d'âges fort différents, quoique assez plausible, est loin d'être encore démontrée chimiquement et laisse toujours planer une certaine obscurité sur le sujet.

Précédemment, le même ingénieur (1) avait déjà rapporté au grès bigarré toutes les couches arénacées situées entre le bassin houiller de Blanzy et la bande nord dont le Creusot fait partie, c'est-à-dire des conglomérats à fragments de roches cristallines

(1) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. IV, p. 463, 1843.

(eurites, porphyres, granites, gneiss), réunis par un ciment de grès très fin (la Coudraye), des grès blancs à grain moyen avec des veines micacées (Mont-Cenis), un grès panaché de rouge et de vert, un grès quartzeux feldspathique, un grès siliceux, très dur, traversé par de nombreux filons de quartz, des psammites micacés, grisâtres, avec des empreintes de plantes (Mont-Cenis), des argiles schisteuses, noires, avec des empreintes de fougères et des nodules de fer carbonaté. Vers le centre du bassin, une masse puissante de grès et de conglomérats, avec des argiles schisteuses subordonnées ressemblant à celles qui accompagnent la houille, aurait été placée à tort dans le système carbonifère.

Cet ensemble de dépôts est recouvert, à stratification discordante, par les marnes irisées dont nous venons de parler et par le lias, de sorte que la séparation des deux groupes triasiques qui existent seuls dans ce pays serait beaucoup plus prononcée qu'ailleurs, et cela par l'absence de celui qui les sépare ordinairement. Par places, le grès bigarré est aussi discordant, relativement au grès houiller, bien que leurs dépôts se soient suivis de très près. Ainsi, les intermédiaires présumés de couches permiennes ou de *rothe todte Liegende* et de zechstein, et la plupart des roches qu'y rapportait Rozet, se trouvent remontés dans la série et placés dans le trias.

Le grès bigarré paraît avoir été accidenté dans le même sens que les couches carbonifères, mais avec moins d'énergie, et un mouvement analogue se serait encore produit entre les deux divisions ou étages du groupe supérieur, ou entre l'arkose proprement dite et les marnes irisées de l'auteur, circonstance peu d'accord avec le passage fréquent que nous venons de mentionner entre elles, d'après la *Statistique minéralogique et géologique de ce département.*

C'est dans le bassin compris entre les chaînes granitiques de l'Autunois et du Charollais que se montre seulement le grès bigarré de Saône-et-Loire (1). On n'y a trouvé ni charbon, ni gypse, ni sel gemme, ni calcaire. Les seuls filons métallifères sont ceux de chrome oxydé qui traversent en tous sens, comme on l'a dit, le grès arkose des Couchets, puis le filon de quartz de la Roche près de Rigny.

La description du grès et des poudingues inférieurs donnée par

(1) Manès, *Statistique minér. et géol. du département de Saône-et-Loire*, p. 121, 1847.

Dufrénoy (1) est conforme à ce que nous avons dit à ce sujet, mais, ajoute-t-il, « comme le grès bigarré est de beaucoup le plus abon- » dant, et qu'il présente, dans son passage aux marnes irisées, un » indice non équivoque de son âge géologique, nous avons colorié » le tout sous le nom de *trias* dans la *carte géologique de la » France* (p. 102). » Néanmoins, ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, toute cette région triasique, sur la grande Carte en six feuilles, est coloriée comme étant exclusivement composée de marnes irisées indiquées par le signe $t^3$, et il en est de même sur le *Tableau d'assemblage*, où un travail de hachures remplace le pointillé de la carte précédente. Les marnes irisées qui n'auraient point participé aux dislocations qui ont accidenté le grès bigarré sont sensiblement horizontales, mais discontinues. Elles forment, avons-nous dit, des dépôts isolés, disséminés à la surface du bassin, et vers le milieu de celui-ci leur plus grande épaisseur ne dépasserait pas 100 mètres.

Dans un travail que nous ne connaissons que d'après la citation qu'en fait M. Coquand (2), M. Pidancet aurait trouvé des végétaux de l'époque permienne (*Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*) dans les roches arénacées inférieures du département de Saône-et-Loire, ce qui justifierait en partie la distinction proposée par Rozet et leur séparation du grès bigarré placé au-dessus. Plus tard, M. Coquand (3), comparant les dépôts de la montagne de la Serre, dont nous avons parlé (*antè*, p. 133), avec ceux des montagnes du Charollais et des environs d'Autun, a émis l'opinion que le muschelkalk pouvait être représenté dans ces dernières par des bancs épais de calcaire cristallin non dolomitique, qu'a signalés M. Manès à la partie supérieure du grès bigarré de Levesiau et de Saint-Émilan (Saint-Émilien). Les arkoses, placées par les auteurs de la carte géologique de la France et par M. Manès avec les marnes irisées, doivent, suivant M. Coquand, représenter le grès des Vosges. Relativement à la première assertion, M. Élie de Beaumont (4) l'a contredite formellement en mettant les bancs calcaires en question au niveau des calcaires subordonnés aux marnes irisées de la Lorraine.

(1) *Explication de la carte géol. de la France*, vol. II, p. 99-102, 1848.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 149, 1855.
(3) *Bull.*, 2e sér., vol. XIV, p. 35, 1856.
(4) *Ibid.*, p. 47.

M. J. Fournet (1) a décrit aussi les marnes irisées aux environs du canal du centre en y établissant trois étages, puis il a distingué au-dessous deux étages dans le grès bigarré. Ce sont des conglomérats, des grès et des schistes si semblables à ceux de la formation houillère qu'on y a fait des travaux de recherches à Charmoy et à la Coudraye, puis des grès bariolés, des grès rouges que l'auteur désigne par l'épithète de *monochromes* à cause de l'uniformité de leur teinte, de nouveaux grès bariolés, des argiles schisteuses vertes et grises, suivies d'un conglomérat renfermant de gros blocs à Saint-Eugène. La puissance de ces deux étages ne serait pas moins de 400 à 500 mètres. Au hameau des Theurots, près de Charmoy, il a trouvé des empreintes végétales, rapportées par M. Ad. Brongniart au *Neuropteris Dufrenoyi*, aux *Walchia Sternbergii* et *piniformis*, espèces des schistes de Lodève et de Wettin qui feraient placer ces assises sur l'horizon du zechstein. M. Mougeot ne voyant au contraire dans ces empreintes que des *Albertia*, des *Voltzia* et un *Sphenopteris*, le savant professeur de Lyon s'abstient très judicieusement de prononcer et laisse provisoirement les couches à empreintes dans le grès bigarré.

De son côté, M. Coquand (2), en mettant en regard la série des roches de la montagne de la Serre avec celles qui leur correspondent dans le département de Saône-et-Loire, trouve, par les motifs énoncés ci-dessus, que le grès bigarré de M. Fournet doit être rangé dans le système permien, et qu'en outre il a interverti l'ordre de superposition des deux étages qu'il y a établis. Quant aux marnes irisées dans lesquelles M. Fournet reconnaît trois divisions, la plus basse de celles-ci devrait, d'après le même critique, représenter à la fois le muschelkalk, le grès bigarré et le grès des Vosges.

On conçoit qu'en présence d'assertions aussi contradictoires sur un sujet assez difficile en lui-même, nous n'avons pas à nous prononcer, et que nous devons attendre qu'un travail stratigraphique complet ait remplacé des digressions plus ou moins étendues qui n'ont point pour base un relevé graphique suffisamment détaillé et sans lequel toute conclusion nous paraît prématurée.

Département du Rhône.

On a vu que dans le département du Rhône le trias n'avait été indiqué d'une manière générale qu'au fond de la vallée de l'Azergue,

---

(1) *Mém. de l'Acad. des sc., lettres*, etc., *de Lyon*, vol. VI, p. 25, 1856.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. XIV, 1856, p. 43.

au nord de Chessy et sur la rive gauche de la Brevanne au nord et au nord-est. De Bonnard l'y avait signalé sous une autre dénomination, et M. A. Leymerie (1), dans un travail spécial que nous avons déjà cité (*antè*, vol. VI, p. 677), en a limité plus exactement l'étendue et indiqué la composition. Il a fait voir qu'on ne devait y comprendre que les couches désignées par lui sous le nom de *grès inférieur* et placées sous le quatrième étage du lias (*choin bâtard*).

Autour de Limas, petit village situé au sud-sud-ouest de Villefranche, les caractères de ces couches sont bien accusés. Ce sont des grès quartzeux un peu feldspathiques ou arkoses, à ciment toujours calcaire, blanc grisâtre, gris verdâtre, roses ou roussâtres à gros grains ou à grains moyens plus ou moins agrégés. On y remarque quelques lits de cailloux ou de fragments plus ou moins arrondis. A deux ou trois niveaux différents, mais surtout vers le milieu, sont des couches peu épaisses de calcaire rose foncé, sub-compacte, magnésien, avec des dendrites de manganèse. Ces roches se distinguent du macigno, placé au-dessus du *choin bâtard*, par l'absence de silex et de fossiles. Elles reposent sur des schistes verts anciens ou sorte de diorite schisteuse, passant à l'aphanite ou au schiste argileux, et traversée par des veines de quartz et de roche quartzo-feldspathique compacte (*corne* des mineurs) qui ne pénètrent point dans le grès dont la puissance totale atteint à peine 20 mètres.

M. Leymerie a reproduit la coupe des exploitations de cuivre de Chessy, donnée anciennement par Raby et dont nous avons déjà parlé (*antè*, vol. VI, p. 678) ; aussi croyons-nous inutile d'y revenir ici. Sur la route de Chessy à Losanne, toujours dans la vallée de l'Azergue, le grès du trias se montre aussi sous le *choin-bâtard*. On y voit des grès blanchâtres, friables, quartzeux, à ciment calcaire, avec des grains de feldspath, un grès rosâtre subordonné, une marne jaunâtre rouge et verte, avec des rognons de calcaire magnésien rosâtre, un calcaire grenu ou lamelleux, plus ou moins magnésien aussi, rose violâtre, avec des dendrites de manganèse, pur ou mélangé de quartz. Comme les précédentes, ces roches sont suivies, dans la coupe du chemin, par les schistes anciens, chloritiques, amphiboliques, talqueux, avec des roches feldspathiques compactes qui les accompagnent ou les traversent.

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. III, p. 313, 1839. — Voy. aussi : de Bonnard, *Rapport fait à l'Académie des sciences* (*Compt. rend.*, séance du 19 nov. 1838).

Sur la route de l'Arbresle à Tarare, près du village de Bully, l'auteur décrit aussi les assises qu'il rapporte au trias : ce sont toujours des grès de teintes sales, peu solides, de 16 mètres d'épaisseur, des marnes blanches et lie de vin, des bancs minces de calcaire rougeâtre, magnésien, semblables à ceux de Châtillon, contournés, alternant avec des marnes et d'une épaisseur de 2 mètres, puis des grès, des calcaires et des marnes alternant encore, des marnes blanchâtres et des lits minces de calcaire rouge magnésien, enfin, de nouveaux grès également feldspathiques auxquels succèdent, lorsqu'on se rapproche de l'Arbresle, les roches schisteuses, feldspathiques et amphiboliques précédentes. Ici l'épaisseur du trias est d'environ 60 à 70 mètres. Dans cette coupe, comme le fait remarquer M. Leymerie, les grès offrent des caractères tout à fait comparables à ceux de la vallée autour de Châtillon et sont plus développés que dans la coupe de Limas.

En parlant du Mont-d'Or lyonnais (*antè*, vol. VI, p. 654 et 679), nous avons indiqué la position des grès précédents entre le granite et le *choin-bâtard*, dans la colline de la Longe, située entre Limonest et le vallon de la Barollière. Ces grès sont ici quartzeux, peu ou point feldspathiques, à ciment calcaire plus ou moins abondant, cristallins, grossiers ou terreux ; le grain est de diverses grosseurs, et la roche, plus ou moins solide, passe vers le haut à un calcaire rose, magnésien, friable. Les teintes sont le blanc grisâtre, le verdâtre, le rouge lie de vin et le rose pâle. Les calcaires magnésiens roses, rouges, jaunes, subordonnés ou en amas allongés, discontinus, plus ou moins compactes et à grains de quartz avec quelques pyrites, renferment de petites veines de baryte sulfatée blanche lamellaire. L'épaisseur totale du système est de 20 à 30 mètres, et il se relève de 10° au S.-S.-O. Si ce n'est qu'ici ces couches reposent sur le granite au lieu de recouvrir des roches schisteuses, elles ne diffèrent pas essentiellement de celles des localités précédentes.

M. Leymerie est ensuite entré dans beaucoup de détails sur la composition et l'origine probable de ces grès et des roches subordonnées. Il a fait remarquer qu'ils étaient toujours concordants avec les calcaires jurassiques placés dessus, et qu'ils en avaient partagé tous les mouvements, tandis qu'ils se montrent parfaitement indépendants des roches plus anciennes, de la formation houillère, de la grauwacke, etc. Ils ne renferment aucun filon de produit igné et constituent la base du terrain secondaire du département du Rhône. Quant à leur âge réel et à l'horizon auquel on

doit les rapporter, le même géologue fait observer d'abord qu'ils n'ont aucun caractère qui doive les faire assimiler aux arkoses de la Bourgogne, ensuite qu'il n'y a point de raison plausible pour les regarder comme des représentants du grès bigarré, tandis que de nombreuses considérations semblent militer en faveur de leur rapprochement avec le groupe des marnes irisées (p. 369) et plus particulièrement avec sa partie supérieure, conclusion adoptée par l'un des auteurs de la carte géologique de la France (1).

M. J. Fournet (2) qui a encore étudié depuis et avec soin les environs de Lyon, décrit, sous le nom de *Keuper*, à partir du quatrième étage du lias (*choin bâtard* de M. Leymerie), au Mont-d'Or et autour de Châtillon-d'Azergue, des marnes vertes avec des plaquettes de calcaire offrant à leur surface des cubes en relief qui proviennent d'une pseudomorphose de cristaux de sel gemme, puis des dolomies brunissantes ou jaunissantes alternant avec des grès schisteux, à ciment argileux ou calcaire. On y trouve aussi une couche de sable quartzeux et de kaolin, des calcaires roses ou rouges mouchetés de manganèse, en bancs puissants et solides. Plus bas viennent des marnes panachées de rouge, de violet, de verdâtre, solides ou non, accompagnées de dolomies blanches, de nodules concrétionnés, enfin des grès qui paraissent à l'auteur pouvoir être un rudiment du grès bigarré beaucoup plus développé dans le cirque de Tarrare où ce dernier et les marnes irisées auraient une épaisseur égale de 31 mètres.

Si nous nous portons actuellement à l'ouest des montagnes du Morvan et du Charollais dans le département de la Nièvre, nous trouverons quelques représentants du trias placés entre le lias et les roches plus anciennes. Ainsi la carte géologique de la France nous montre des dépôts rapportés au groupe des marnes irisées, affecté du signe $t^3$, le long du canal du Nivernais, entre la Cotancelle et Département de la Nièvre.

(1) Dufrénoy, *Explication de la carte géol. de la France*, vol. II, p. 108, 1848.

(2) *Mém. de l'Acad. imp. des sc., belles-lettres et arts de Lyon*, vol. VI, p. 41, 1856. — Voy. aussi : A. Drian, *Minéralogie et pétrologie des environs de Lyon*, p. 470, in-8°. Lyon, 1849. L'auteur, qui reproduit l'opinion de ses prédécesseurs et adopte celle de M. Fournet, attribue à ce dernier le parallélisme probable, quoique non démontré, du *choin bâtard* avec le muschelkalk. Ce que nous venons de dire prouve qu'en 1856 la manière de voir de M. Fournet s'était sensiblement modifiée à cet égard.

Bozolles, plus à l'ouest, de Neuilly à Rouy, bordant du N. au S. le massif de la forêt de Saint-Sauge et s'appuyant sur le granite, ensuite vers le S. entourant une grande partie du bassin houiller de Decize.

« La séparation de la formation jurassique et du terrain ancien, » dit Dufrénoy (1), est constamment marquée dans le centre de la » France par une bande de grès que ses caractères particuliers ont » fait désigner sous le nom d'arkose. Ce grès que nous avons vu » occuper une surface considérable dans la Bourgogne, se réduit à » un simple ruban, sur les pentes du Morvan qui regardent le » Nivernais, et il est impossible de le figurer sur une carte géolo- » gique d'ensemble. Mais en s'avançant vers l'O. cette formation » arénacée acquiert de nouveau de l'importance et recouvre des » espaces très étendus dans les départements de l'Allier, du Cher » et de l'Indre. »

Les caractères de la roche sont ceux que nous avons déjà indiqués et qui peuvent la faire distinguer, quoique difficilement, dans certains cas, de l'arkose du lias. A Decize, sur le bord de la Loire, le grès qui recouvre les marnes irisées appartient à celles-ci et non au lias qui le surmonte. Les marnes elles-mêmes micacées, rouges, vertes ou blanches, assez développées dans ce département, sont aussi caractérisées par des bancs de gypse, surtout dans le canton dont nous parlons. Cette substance y est exploitée sur un grand nombre de points. Elle forme deux bancs horizontaux séparés par une couche d'argile, discontinus ou composés de rognons de diverses grosseurs, enveloppés dans cette dernière. Leur épaisseur est de 1$^{m}$,50 à 4 mètres, suivant les points, et ils ont été retrouvés au même niveau dans des localités fort éloignées. Au-dessus d'alternances de grès et de marnes qui dépendent encore du trias, on remarque un grès un peu différent qui appartient au contraire à la base du lias. Il est blanc, exclusivement quartzeux et très micacé. Les sondages exécutés dans le bassin houiller de Decize ont fait connaître que le trias se continuait jusqu'à une certaine profondeur. Au-dessous du gypse plusieurs forages ont traversé 40 à 50 mètres de grès généralement peu solides. Des traces de gypse ont encore été constatées dans les marnes en creusant le canal du Nivernais, puis à Saint-Pierre-le-Moutier.

(1) *Explication de la carte géol. de la France*, vol. II, p. 115, 1848.

Dans le département de l'Allier, suivant Boulanger (1), le trias s'étend de la vallée du Cher à celle de l'Allier, et depuis le pied des massifs primitifs qui en occupent le centre jusqu'à sa limite nord où il disparaît sous le lias. Il se compose, à la partie inférieure, de grès plus ou moins grossiers passant vers le bas à un poudingue dans le voisinage des roches anciennes, puis de marnes, de calcaires, de schistes et de roches siliceuses compactes. Des masses de gypse plus ou moins considérables s'y trouvent associées çà et là. L'auteur rapporte le tout aux marnes irisées. Les grès sont ordinairement rouge-lie-de-vin, ou jaunes et rougeâtres. Les calcaires en lits minces qui les recouvrent sont compactes, gris de cendre ou gris noir, magnésiens et manganésifères. Ils sont accompagnés de schistes sembables aux schistes houillers bitumineux. Ils renferment des écailles de poissons non déterminés et des empreintes végétales qui se retrouvent aussi dans les calcaires. Ces roches associées à des silex noirs paraissent occuper une assez grande étendue de pays. Département de l'Allier.

Au-dessus de ces premières assises sont des grès siliceux, à grains plus ou moins fins, lustrés, durs, tenaces, passant au quartzite, souvent compactes et d'un rouge vif. Puis viennent des grès argileux, passant à des marnes ou alternant avec elles. Celles-ci sont rouges ou vertes et enveloppent des masses et des rognons de gypse exploités à Lurcy-Lévy. Le gypse en amas, en couches, en nodules ou en veines qui affectent toutes les directions, et autour duquel les marnes sont ondulées et contournées, est blanc ou taché de rouge, ou encore bleuâtre, ordinairement de structure grenue, quelquefois fibreux et laminaire (p. 185).

Tout cet ensemble de dépôts ne paraît pas avoir été dérangé depuis sa formation, et l'auteur pense qu'on pourrait y trouver les représentants de plusieurs des termes principaux du trias. Les poudingues seraient peut-être, dit-il, les équivalents du *new red sandstone* de l'Angleterre, les calcaires et les schistes les équivalents du zechstein; mais il nous semble plus probable, si la première supposition est fondée, qu'il n'y a encore ici que des représentants d'une partie du grès bigarré et des marnes irisées avec les bancs de calcaires plus ou moins magnésiens qui s'y trouvent ordinairement subor-

(1) *Statistique géol. et minér. du département de l'Allier*, p. 175, in-8°, avec atlas de cartes et de coupes. Moulins, 1844.

donnés. L'examen des restes de poissons et de végétaux dont Boulanger ne paraît pas s'être préoccupé aurait pu jeter quelque lumière sur la partie théorique de cette question.

Dans le département de l'Allier comme dans celui de l'Indre, dit Dufrénoy (1), les grès du trias ne présentent guère de caractères propres à fixer leur âge. A Bourbon-l'Archambault les couches nombreuses, solides, sont exploitées comme pierres de taille. Quelquefois le ciment est un quartz résinite se fondant dans la pâte. Dans la forêt de Gros-Bois, entre Saint-Aubin et Igrande, les parties siliceuses forment des veines irrégulières ou parallèles aux couches qui plongent de 30° au N. 30° E. On y observe quelques empreintes végétales (*Calamites?*). Près d'Igrande et de Bourbon, des calcaires magnésiens semblent représenter l'horizon des bancs de dolomies de la Lorraine. A Cerilly, le grès, reposant immédiatement sur le granite, participe des caractères de ce dernier et ressemble tout à fait à l'arkose de la Bourgogne. Sur les bords du Cher, à la Maillerie, reparaissent les caractères propres aux marnes irisées, et celles-ci alternent avec des grès schisteux. Une couche de dolomie les sépare du lias à la montagne du Drevant près Saint-Amand.

Département du Cher.

Sur la rive gauche du Cher, ces grès très développés renferment du manganèse oxydé, exploité à Saint-Christophe-le-Chaudry. Il est disséminé en nodules et en veinules ramifiées dans divers sens. Ce manganèse renferme 4 à 5 pour 100 de baryte, comme celui des environs de Romanèche et de Thiviers. On y trouve, de même qu'à Saint-Martin, près de cette dernière ville, de l'halloysite blanche, opaline, disséminée dans le grès, et du jaspe se fondant dans la pâte de la roche. Celui-ci est brun et ferrugineux, moucheté de manganèse. Les couches de dolomie existent encore près de cette localité, à la partie supérieure de la formation.

Département de l'Indre.

La coupe de la Châtre à Château-Meillant montre la composition de ces derniers dépôts triasiques qui sont de bas en haut, à partir du gneiss (2) :

---

(1) *Explication de la carte géol. de la France*, vol. II, p. 120, 1848.
(2) *Ibid.*, p. 122.

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Arkose très feldspathique et couches schisteuses très micacées. | |
| 2. Grès à petit grain, à ciment argileux, peu dur, blanc, quelquefois rougeâtre. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,40 |
| 3. Marnes brunes en haut, renfermant du calcaire jaune caverneux, tacheté de manganèse, et en bas des parties vertes et rouges . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,60 |
| 4. Calcaire rubané, se délitant en couches minces . . . . . | 0,40 |
| 5. Calcaire blond compacte. . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,30 |
| 6. Calcaire jaune compacte, avec des dendrites de manganèse et une couche de lumachelle subordonnée. . . . | 2,00 |
| 7. Calcaire gris, compacte, à grain très fin . . . . . . . . | 0,40 |
| 8. Calcaire jaune, caverneux, compacte, en lits minces séparés par des veines d'argile schisteuse . . . . . . . . | 1,40 |
| 9. Calcaire avec des traces de manganèse. . . . . . . . . . | 0,70 |
| 10. Calcaire jaune-clair, compacte, dur, à cassure conchoïde. | 0,40 |
| 11. Calcaire caverneux . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,50 |

Au-dessus vient le calcaire du lias, peu distinct d'ailleurs de ces assises que nous serions disposé à y réunir encore en grande partie, si l'on considère leur analogie avec celle de la coupe que nous avons donnée nous-même au nord de la Châtre (*antè*, vol. VI, p. 372).

Le calcaire jaune dolomitique renferme de la galène à Forges et à Dreige. Cette assise, qui règne constamment dans cette partie du département du Cher, permet de ne pas confondre le grès du trias avec les grès tertiaires souvent en contact, et dont les caractères extérieurs ont la plus grande analogie.

La coupe du Mont-Chevrier, près de Clain, offre, à partir des schistes cristallins, une arkose blanche à gros grains avec des nodules d'halloysite bleuâtre, mouchetée de manganèse, puis une argile panachée avec des rognons calcaires remplis de fragments d'Encrines qui ont quelque analogie avec celles du muschelkalk. Au-dessus vient une arkose sableuse, puis des marnes rouges, vertes, avec des couches minces de calcaire jaune magnésien, le tout surmonté par le lias et le terrain tertiaire moyen.

A l'ouest de Clain, le trias s'amincit sensiblement, et, à partir de Saint-Benoît-du-Sault, il ne se montre plus qu'au fond de quelques vallées, pour cesser tout à fait après celle de la Gartempe. Sur la carte géologique de la France il disparaît bien avant et ne dépasse pas le bassin supérieur de la petite rivière du Langlin. Les deux groupes jurassiques inférieurs cessent en même temps, et le second groupe oolithique reposerait directement sur le terrain ancien. Le trias paraît manquer ensuite sur le bord occidental du plateau central

et les dépôts jurassiques recouvrent, sans intermédiaire apparent, les roches cristallines anciennes, depuis Lussac (Haute-Vienne) au nord jusqu'à la vallée de la Vézère à l'est d'Excideuil au sud (Dordogne), deux points qui se trouvent sensiblement sous le même méridien (voy. *antè*, vol. VI, chap. III, p. 451, 524).

Département de la Vendée.

Cependant plus à l'ouest, M. H. Fournel (1), en décrivant les gîtes houillers et métallifères du Bocage vendéen, a mentionné, sous le nom d'arkose, une roche qui, au nord-ouest et au nord-est de Fontenay, se présente par lambeaux à la jonction du terrain ancien et des couches du lias ou d'autres de la formation jurassique. C'est, dit ce savant, un grès rougeâtre dont les grains sont de grosseur variable et peu agrégés. Sur quelques points on y trouve des noyaux de quartz plus ou moins gros, empâtés dans un ciment spathique avec de la baryte sulfatée. Quelquefois cette dernière, lamellaire, blanchâtre ou rose, y domine. La roche en bancs puissants, horizontaux, repose constamment sur le gneiss et est recouverte par la partie supérieure du lias, les étages inférieurs manquant comme on l'a vu dans ce pays (*antè*, vol. VI, p. 501). Les couches carbonifères sont fortement redressées et celles dont nous venons de parler sont horizontales; mais rien ne prouve même leur parallélisme avec certaines arkoses de la Bourgogne, ni qu'elles doivent appartenir au trias, d'autant plus que le ciment paraît en être siliceux. Il se pourrait donc que, malgré l'absence complète de débris organiques, ce ne fût encore qu'une dépendance de la base du lias, conclusion dont l'auteur lui-même ne semble pas non plus être fort éloigné.

Disposition générale et caractères du trias sur les pentes sud du plateau central

« Le trias, dit Dufrénoy (2), représenté en grande partie par des » grès sans solidité dans les environs d'Autun, de Charolles, et dans » les départements de la Nièvre, de l'Allier et de l'Indre, reprend » tous les caractères qui lui sont propres sur les pentes méridionales » des montagnes anciennes du centre de la France. Le grès » bigarré et les marnes irisées sont très développés ; presque partout » le gypse et les dolomies, si caractéristiques de cette formation, s'y » trouvent avec quelque abondance. Un calcaire compacte, gris de » fumée, à cassure largement conchoïde, forme même sur quelques

---

(1) *Études des gîtes houillers et métallifères du Bocage vendéen*, in-4°, avec atlas. Paris, 1836.

(2) *Explication*, etc, vol. II, p. 129, 1848.

» points des couches à la séparation du grès bigarré et des marnes » irisées; la place qu'il occupe montre qu'il est le représentant du » muschelkalk si développé dans l'est de la France. Le trias forme » une lisière étroite et discontinue qui marque la limite des terrains » ancien et secondaire. Il repose presque toujours sur le schiste » micacé; cependant dans quelques localités les dépôts houillers se » trouvent interposés. Le grès bigarré le recouvre alors, quelque- » fois même à stratification transgressive. Il en résulte une séparation » tranchée entre les deux formations, circonstance qu'il est utile » de constater parce qu'on a fait à plusieurs reprises des recherches » de houille dans des argiles schisteuses noires qui dépendent du » trias. »

Malgré les dénominations de grès bigarré, de marnes irisées et même de muschelkalk, employées dans le texte de l'Explication de la carte géologique de la France, une seule teinte accompagnée du signe *t* est consacrée au trias du versant sud du plateau central, sans distinction de groupes, et, en effet, il eût été fort difficile, peut-être même impossible dans un travail semblable, de séparer graphiquement sur un plan le premier et le troisième groupe. Nous continuerons donc à nous servir des expressions employées dans le texte sans prétendre leur attribuer ici une valeur absolue.

Le grès bigarré, poursuit Dufrénoy, est généralement peu épais, si ce n'est cependant aux environs de Brives-la-Gaillarde et de Sainte-Affrique où il constitue des montagnes arrondies. La partie inférieure du groupe est un poudingue à galets de granite, de gneiss et de schistes micacés. La pâte en est rouge et l'oxyde de fer y est tellement abondant qu'on y trouve des gisements très riches de ce minéral, tel que celui de Lunel (Aveyron). Plus haut, le grès reprend ses caractères habituels, et les bancs supérieurs sont à grains fins, de teintes verdâtres, claires, souvent schisteux, et alternant avec des marnes et des argiles.

Commençant à se montrer à l'ouest de Hautefort (Dordogne), le grès bigarré forme à l'est de ce point une bande continue jusqu'à Saint-Céré (Lot), puis apparaît de distance en distance jusqu'à Conches (Tarn). Autour de cette dernière localité il occupe une surface considérable qui comprend la forêt de Grésine. Il est en cet endroit redressé sous un angle de 40° et affecte deux directions, l'une S.-E., N.-O., se rapportant à l'apparition des porphyres qui ont soulevé le grès bigarré, l'autre à peu près N.-E., S.-O., se

rattachant au soulèvement de la Côte-d'Or. Ce système de couches qui apparaît encore à Réalmont manque autour des granites du Tarn et de la montagne Noire, mais à Lodève il sort de dessous le terrain tertiaire avec les couches jurassiques et occupe sans doute tout le fond du bassin compris entre les montagnes de l'Aveyron et de la Lozère, affleurant sur ses bords à Sainte-Affrique, à Rhodez, à Espalion, au Vigan, etc.

Département de la Dordogne.

En traitant du lias du département de la Dordogne (*antè*, vol. VI, p. 507), nous avons omis de parler de certaines arkoses signalées par M. Delanoüe (1) et qui règneraient d'une manière continue au-dessus du grès bigarré depuis Brives jusqu'à Excideuil et recouvriraient les roches cristallines anciennes depuis cette dernière ville jusqu'à Nontron et à Montberon. Lorsque la roche sous-jacente est le granite, l'arkose est granitoïde vers le bas, sans fossiles, et n'a que quelques mètres d'épaisseur. La variété ordinaire a présenté une Térébratule plissée et des empreintes silicifiées et carbonisées de Calamites. Sa teinte est le gris ou le verdâtre; la baryte sulfatée s'y trouve en filons qui contiennent en outre de la galène, de la blende cadmifère et même du sulfure de cadmium jaune, pulvérulent (Saint-Martin-le-Peint). Lorsque le ciment talqueux remplace le kaolin, la roche infusible qui en résulte est employée pour la fabrication de l'émail dans les faïenceries de Thiviers et de Foussevraux. Il est d'ailleurs peu certain que ces roches appartiennent ici au trias et elles pourraient aussi bien être encore une dépendance du lias inférieur.

Département de la Corrèze.

« La vallée du Haut-Vézère, creusée presque constamment dans » le grès bigarré, fournit de nombreuses coupes où se dessine l'en- » semble des couches du trias. La présence d'une assise que nous » assimilons au muschelkalk, dit Dufrénoy (2), par la position qu'elle » occupe dans la série des couches, rend surtout l'étude des environs » de Brives d'un haut intérêt. Elle nous apprend en effet que le » terrain du trias est complet, et, malgré la faible extension du cal- » caire qui sépare le grès bigarré des marnes irisées, les trois assises » qui le constituent y sont représentées. Le terrain houiller qui » ressort également dans quelques vallées, le calcaire à Gryphites, » placé sur plusieurs des hauteurs qui dominent la ville de Brives, » limitent nettement la formation du trias et montrent la complète

(1) *Bullet.*, 1re sér., vol. VIII, p. 404, pl. 2, 1837.
(2) *Explication*, etc., vol. II, p. 133, 1848.

» analogie de sa position avec celle de la même formation en » Lorraine (1). »

Les figures 18, 19 et 20, données et expliquées ensuite par le savant auteur de la carte de France, ayant été faites d'après nos dessins qu'il a cru devoir modifier dans certaines parties, nous insérerons d'abord ici quelques-unes des notes que nous avons prises lorsque nous parcourions ce pays en 1840. Nous rapporterons ces détails à la coupe générale de Donzenac à Souillac, passant par Brives. Cette coupe publiée en 1843, et reproduite depuis (*antè*, vol. IV, pl. 2, fig. 1), est perpendiculaire à la direction des couches et comprend toutes les assises à partir du gneiss et des schistes micacés jusqu'au groupe oolithique moyen de la vallée de la Dordogne.

La colline de Saint-Antoine que traverse la route entre Donzenac et la Corrèze est formée de bas en haut par un grès micacé, schisteux, gris-verdâtre, peu solide, reposant au nord sur des schistes tégulaires, et auquel succèdent au sud un calcaire noirâtre fétide, puis un ensemble d'argiles plus ou moins schisteuses et sableuses, panachées de gris et de lie de vin, renfermant quelques bancs de grès subordonnés. Vers le sommet, ces argiles sont recouvertes par des grès grisâtres et lie de vin, plus épais et en bancs mieux suivis que les précédents. Lorsqu'on redescend vers Brives, on remarque la même série sur une épaisseur de 100 mètres. La ville est assise sur la partie inférieure de ce système arénacé recouvert au fond de la vallée par un dépôt de transport peu épais, composé de cailloux roulés et de galets plus ou moins volumineux de toutes les roches qui entourent le bassin de la Corrèze et de ses affluents.

Si l'on se dirige vers les carrières de M. Leclerc, situées à gauche de la route de Tulle, les premiers talus cultivés que l'on rencontre sont formés par un grès tendre et des marnes panachées d'environ 20 mètres d'épaisseur. Au-dessus viennent des grès à grains de quartz et de feldspath rose, plus ou moins gros, très peu roulés, mélangés de sable fin, d'un peu de kaolin, avec un ciment argileux peu abondant, rouge-lie de vin ou verdâtre. La roche est souvent mouchetée ou rayée par ces deux teintes. Les bancs, de 4 à 5 mètres d'épaisseur, sont séparés par des lits d'argile panachée dont les rayures obliques sont opposées comme les pinnules des

(1) Aucun fossile bien déterminé n'est encore venu justifier cette assertion.

frondes de fougères. Par la grosseur et la proportion de ses divers éléments, cette roche ressemble plutôt au grès des Vosges qu'au grès bigarré proprement dit, et son épaisseur totale est d'environ 30 mètres. On y observe çà et là des mouches ou des nids d'argile verte, et de petites veinules de cette substance, courtes, discontinues, se fondant dans la masse. Les fragments de quartz atteignent le volume du poing et sont accompagnés de fragments de syénite en partie décomposée.

En continuant au contraire la coupe précédente N., S., de Brives vers Noailles et le château de la Fage, on trouve, formant le lit même de la Corrèze, un calcaire gris foncé, peu dur, ou gris-bleuâtre, compacte, marneux, schistoïde, dégageant une odeur fétide sous le choc du marteau, placé entre les grès sous-jacents qui semblent appartenir à la formation houillère et les argiles rouges inférieures. Celles-ci, à la première montée sur la route de Cahors, sont schisteuses et d'une épaisseur d'environ 20 mètres. Elles sont surmontées par un poudingue avec des galets roulés de quartz, fort nombreux d'abord, et ensuite disséminés plus rarement dans le grès, ou bien encore y formant, par leur accumulation locale, des lits plus ou moins réguliers. Cette roche de 6 mètres de puissance est peu agrégée, et, comme celle de l'autre côté de la rivière, rappelle tout à fait les caractères du grès des Vosges aux environs de Bruyères.

Dans les carrières de Saint-Antoine, situées plus haut à gauche de la route, la roche diffère peu de celle des carrières de la rive droite de la Corrèze ; seulement la masse totale y est à découvert sur une épaisseur de 12 à 13 mètres. Elle est plus continue, et fournit des pierres de meilleure qualité, quoique peu dures et se désagrégeant assez facilement. Elles portent dans le pays le nom de *bradier*. Les bancs ne sont point séparés par des lits d'argile, mais la matière argileuse, inégalement répartie dans la masse, la rend aussi inégalement altérable à l'air et retient les eaux pluviales sur certains points, tandis que sur d'autres elle les laisse filtrer. Cette carrière exploitée de temps immémorial est ouverte dans l'assise de grès la plus considérable de tout le système et celle dont la pierre est le plus estimée.

Au-dessus viennent, dans les collines environnantes, des grès ou psammites en bancs subordonnés à des masses tout à fait incohérentes composées des mêmes éléments. L'inclinaison générale au S. est de 2° à 3°. Le long de la route, lorsque l'on continue à s'avancer

vers Noailles, les grès présentent quelques accidents plus ou moins variés. Sur la gauche, à moitié chemin du village, une de ces collines est percée de nombreuses cavités qui servent aujourd'hui d'habitations. La rampe de la route recoupe ensuite toute la série jusqu'au château bâti sur ces couches. Depuis le sommet de la colline jusqu'à la moitié de la descente sur son versant méridional, le plongement est toujours très faible, mais, à partir de ce point, il augmente sensiblement et les strates sont alors parallèles au plan incliné de la route. Plus loin, à 400 mètres environ du pont de Coudère, l'inclinaison au S. n'a pas moins de 25°, et, à 100 mètres au delà de celui-ci, les assises inférieures du lias recouvrent les grès avec la même inclinaison (voy., *antè*, vol. VI, p. 508).

En interprétant les détails de notre coupe, et même en la modifiant, Dufrénoy (1) a comparé le calcaire gris noirâtre schistoïde du lit de la Corrèze au muschelkalk, de sorte que le grès gris que l'on voit dessous dans le vallon, avant de monter à Donzenac, devient le représentant du grès bigarré. Nous n'avons pas retrouvé l'assise calcaire dans le vallon qui précède Noailles, et la disposition générale des couches plongeant au S. ne le permettait même pas sans une faille dont nous n'avons aperçu aucune trace. D'après cette manière d'expliquer les faits, il en résulterait aussi que toutes les collines arénacées signalées sur les deux rives de la Corrèze appartiendraient au groupe des marnes irisées, leurs assises étant supérieures au calcaire précité.

En redescendant la rive droite de Brives à Saint-Pantaléon et l'Arche, on marche constamment sur les grès panachés, les marnes, les argiles rouges et les sables grossiers incohérents des collines précédentes. Les grès forment peu d'assises puissantes, régulières et suivies comme ci-dessus. Les bancs sont disséminés à divers niveaux dans la masse argileuse et marneuse. Le bourg de l'Arche est bâti sur des grès et des argiles schisteuses qui semblent appartenir à la formation houillère de Terrasson qui, sur la carte géologique de la France, n'aurait pas été assez étendue au fond de la vallée de la Corrèze.

Si de ce point on se dirige vers Issandon, on traverse toujours le même système d'argile rouge, de sables grossiers et de grès où se trouvent subordonnés des lits de 0m,25 d'épaisseur, assez étendus,

---

(1) *Loc. cit.*, p. 134.

d'une roche calcaire grisâtre, dure, tenace, quelquefois bleuâtre, dont la surface est rugueuse et l'aspect scoriacé. Elle passe au grès par le mélange du sable et du mica et ne nous a offert aucune trace de fossiles. Ces lits s'observent à plusieurs niveaux dans la hauteur des monticules arénacés.

La montagne d'Issandon, formée dans ses deux tiers inférieurs par ce système argilo-arénacé avec des bancs de grès subordonnés, présente, dans le tiers supérieur, un calcaire marneux, gris jaunâtre reposant sur les grès, puis au-dessus des calcaires marneux, blanc-grisâtre, compactes, bréchoïdes, et enfin au sommet et portant le village des calcaires blanc-jaunâtre, assez durs, qui occupent tout le plateau. Nous pensons avec Dufrénoy que ces dernières assises appartiennent à la base du lias et représentent celles qui, sur la route de Cahors, portent le château de la Fage ; mais la discordance qu'il admet avec le trias sous-jacent et qu'il a exprimée dans le dessin (p. 135, fig. 19), en faisant profiler sur les pentes de la montagne des couches de grès qui, dans la nature, sont masquées par la végétation et la culture, nous paraît peu probable. Nous regrettons de n'avoir point observé « les rognons formés presque » exclusivement de polypiers tubulaires qui, par leur réunion, » constituent une véritable roche, et peuvent, jusqu'à un certain » point, représenter le muschelkalk. » C'est près d'Escuron, à une lieue environ d'Ussac, que le savant auteur les signale et où ils forment, dit-il, trois couches différentes d'une épaisseur totale de $5^{m},20$.

D'Issandon à Varets règnent toujours les roches argileuses et arénacées panachées. Le grès que nous croyons houiller et les argiles schisteuses se montrent au fond des ravins au-dessous du Beau. De Varets au pont de la Vézère, on a élevé la route avec un calcaire marneux gris-noirâtre, se délitant à l'air, semblable à celui du lit de la Corrèze, et sans fossiles. La rampe du chemin d'Ussac recoupe toute la série arénacée où les grès sont beaucoup plus développés qu'à l'ouest de la Vézère.

Au sud-est de Brives, la carte géologique de la France montre le trias, marqué du signe général *t*, s'étendant de Meissac à Beaulieu, recouvert à l'ouest et au sud par le lias, reposant au nord sur la formation houillère et à l'est sur le gneiss. Un lambeau complétement entouré par le lias existe à l'ouest de Saint-Céré, dans la vallée de la Bave, et plus au sud la petite ville de Fons est bâtie sur un îlot semblable. Ce n'est plus ensuite qu'au delà du Lot, que la for-

mation sort de dessous les dépôts jurassiques, comme nous l'avons dit ailleurs (1).

Dans les départements de Tarn-et-Garonne, du Tarn, de l'Aveyron et de l'Hérault, le trias affecte une disposition irrégulière, très découpée, en rapport avec celle de la formation jurassique qui le recouvre, et plus particulièrement du lias, comme avec celle des roches cristallines anciennes sur lesquelles il s'appuie (*antè*, vol. VI, p. 509).

Près de Figeac le grès bigarré repose directement sur le granite, et dans la partie supérieure qui représente les marnes irisées est un banc de calcaire magnésien ou dolomie compacte. Sur la limite des départements de Tarn-et-Garonne et de l'Aveyron, le trias occupe une zone à bords très découpés, s'étendant du S.-S.-O., au N.-N.-E. de Puicelcy, dans la vallée de la Verre, jusque près de Villefranche et se prolongeant un peu vers l'E. jusqu'à Carmaux, dans la vallée du Cerou. Départements du Lot et de Tarn-et-Garonne.

Le grès bigarré du bassin de Cordes contient à Vabres des amas considérables de gypse. Cette substance est ordinairement fibreuse, d'un beau blanc, ou parfois en rognons assez durs. Le grès plonge généralement de 25° à 30° à l'O., 35° S., circonstance qui, jointe à sa faible coloration, l'a fait prendre pour le grès houiller. Mais celui-ci dans le bassin de Carmaux plonge de 20° au N. Département du Tarn.

On a vu (*antè*, vol. VI, p. 510) que les calcaires, regardés par M. J. Fournet comme représentant le muschelkalk, avaient été rangés dans le lias par Dufrénoy, et que la coupe de Villefranche à Veuzac, donnée par ce dernier, justifiait son classement. M. Fournet (2) annonçait aussi avoir reconnu le muschelkalk aux environs de Lyon, puis aux environs de Pézenas, de Milhau, de Marvejols, etc., formant une ceinture aussi continue autour du plateau de la France centrale que celle qui est formée par le lias et les autres termes de la période jurassique en général. Mais M. A. Leymerie (3) a rejeté cette opinion, tant pour les environs de Lyon que pour le Rouergue, où certains calcaires de la base des dépôts jurassiques affectent les caractères pétrographiques du Département de l'Aveyron.

(1) *Antè*, vol. VI, p. 509. — Dufrénoy, *Explication*, etc., vol. II, p. 139. — De Boucheporn, *Carte géologique du département de la Corrèze*, en 4 feuilles, 1848.

(2) *Ann. des sc. géol.*, vol. II, p. 239, 1843.

(3) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 42, 1845.

muschelkalk et ont pu être confondus avec ceux de ce groupe triasique.

De Montheil au nord de Najac jusqu'à Puech-Mignon, sur l'Aveyron, à peu de distance des roches primitives, s'élève une petite chaîne de grès feldspathique, siliceux ou argileux, psammitique, grisâtre, incliné de 30° à 45° à l'O. La roche qui passe à un conglomérat est çà et là traversée par de nombreux filons de baryte sulfatée. On y trouve des bancs d'argile schisteuse avec des veines de charbon terreux, des rognons de fer carbonaté et des empreintes de plantes indéterminables; plus loin se montrent des traces de fougères. Au-dessus du grès fedspathique sont des grès blancs siliceux, fins, et d'autres grès avec des marnes schisteuses rouges que surmonte le lias. Ces diverses couches, suivant M. Manès (1), semblent appartenir au gré bigarré malgré la présence du combustible, et la partie supérieure représenterait le grès ou quatrième étage du lias.

Entre la Guépie et Monestiès (Tarn), poursuit le même géologue, le grès forme trois bandes séparées par des dépôts tertiaires et dirigées N.-O., S.-E., avec une inclinaison variant de 15° à 45°. On peut y distinguer les roches suivantes : 1° argile psammitique rouge et poudingue, reposant sur le gneiss; 2° arkose, poudingue à fragments de quartz hyalin, de lydienne, de feldspath et de schistes, aussi au contact du terrain primitif en l'absence de l'argile psammitique; on y observe de nombreux filons de quartz et de baryte sulfatée; 3° argile schisteuse grise, noire, onctueuse au toucher, avec pyrites, cristaux de gypse disséminés, veines et nids de fer carbonaté argileux, veinules de houille et empreintes de plantes; 4° grès quartzeux, ferrugineux, jaunâtre, à grain fin, adossé au terrain primaire près de Parrouquial et de la Capelle, mais qui, à Monestiès, recouvre l'argile schisteuse et charbonneuse; 5° grès psammitique gris; 6° grès siliceux, fin, rouge, micacé. Toute cette série de roches de plus de 140 mètres d'épaisseur appartiendrait au grès bigarré.

Les grès des environs de Réalmont, au sud d'Alby (Tarn), sont entourés par les roches primitives. Ils occupent toute la plaine de

---

(1) *Mém. géol. et statistique sur les terrains de grès avec houille, dans les départements de l'Aveyron et du Tarn* (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. X, p. 147, 1836). — Dufrénoy, *Explication*, etc., vol. II, p. 140 et suivantes.

Rayssac jusqu'au Cayla, et se composent, vers le bas, d'alternances de poudingues et d'argiles schisteuses noires. Des nids de magnésite compacte s'observent dans le poudingue et des veinules de houille dans l'argile. Au-dessus viennent des alternances de psammites et de marnes schisteuses. Ces couches, de même que celles de Monestiès, appartiennent au trias et non à la formation houillère comme on l'avait pensé d'abord. Nous ferons remarquer que c'est le seul point de toute cette région de la France où les auteurs de la carte géologique générale aient ajouté le travail de rayures, propre au grès bigarré; partout ailleurs ils n'ont mis que la teinte fondamentale du trias.

Entre les vallées du Lot et de l'Aveyron, depuis le bassin houiller de Firmy et d'Aubin jusqu'à la Canourgue, à l'est d'une part, et depuis Auzile, Marcillac et Rodez jusqu'aux environs de Sevérac, au sud-est de l'autre, le trias occupe des espaces assez étendus, presque continus, mais à contours très sinueux et de largeur fort inégale, toujours compris entre le lias et les roches cristallines anciennes, et reposant çà et là sur les petits bassins houillers de ce pays. « Il forme, dit Dufrénoy (1), la base du bassin secondaire » qui recouvre une partie du département du Tarn et de l'Aveyron. » Les marnes irisées y sont très développées, et dans plusieurs » localités, notamment dans les vallées de Clairvaux, de Valady et » de Marcillac, elles contiennent des amas de gypse. » Les caractères de la formation sont d'ailleurs partout identiques, et la coupe générale de Rodez à Espalion (p. 150) peut en donner une idée.

Dans la montagne de Lunel, continue le même géologue, le grès bigarré repose immédiatement sur le terrain ancien. Les premières couches sont composées d'un poudingue à galets de quartz hyalin cimentés par du fer oxydé rouge. Cette substance est tellement abondante qu'elle forme une couche de minerai de plusieurs pieds de puissance. Le minerai est ordinairement à l'état terreux, mais fréquemment aussi il est gris, métalloïde, donne en moyenne 45 pour 100 de fer métallique d'une qualité supérieure, et est employé dans l'usine de Decazeville.

La stratification du grès bigarré dans le bassin du Midi est, dit encore Dufrénoy, orientée du S.-E. au N.-O., direction qui est

---

(1) *Explication*, etc., vol. II, p. 149. — Voy. aussi : Marcel de Serres, *Notice géologique sur le département de l'Aveyron* (*Ann. de la Soc. d'agric., sc. et arts de Lyon*), sans date.

à peu près celle des porphyres de Figeac et des serpentines ; aussi est-ce à l'apparition de ces roches qu'il attribue les dislocations du trias. Au midi de Sevérac une bande de la même formation descend droit au sud en longeant la montagne de Levesou jusqu'à Saint-Beauzely. A l'ouest et au sud de Sainte-Affrique, elle occupe une sorte de golfe d'une surface considérable, appuyée dans ces deux directions contre les roches granitiques et le terrain de transition, et elle s'enfonce au nord-est sous le lias et les roches oolithiques du bassin de Milhau.

Aux environs de Sainte-Affrique, suivant M. Boisse (1), le gypse constitue des amas lenticulaires exploités, de 150 à 200 mètres de longueur, sur 3 ou 4 d'épaisseur, subordonnés aux marnes irisées supérieures comme dans les gisements de la Lorraine. La plupart des gîtes se trouvent sur les flancs opposés de la montagne de la Soubière et sur la pente orientale de la vallée de la Sorgue. Ces marnes passent sans discordance au lias qui les recouvre, et l'auteur fait remarquer en terminant que, dans ce pays, des sources minérales sont en rapport avec les failles qui s'étendent jusqu'au grès bigarré inclusivement sans se prolonger dans les marnes irisées. Ces sources renferment toutes des sulfates alcalins, et il serait possible, suivant lui, que la formation du gypse se rattachât au phénomène de ces dislocations, opinion que Dufrénoy ne semble point partager (2).

Les poudingues, puis les grès, dit ce dernier savant, dominent dans le voisinage immédiat des roches anciennes, et sont traversés par de petits filons de quartz blanc qui ne pénètrent pas dans les couches marneuses. Celles-ci augmentent à mesure qu'on s'éloigne du terrain de transition et dominent tout à fait dans le voisinage de Sainte-Affrique ; elles sont tachées de vert et semblables aux marnes irisées des Vosges. Des calcaires magnésiens qui règnent vers le haut, comme à Figeac, complètent l'analogie, et un grès schisteux, micacé, blanchâtre ou verdâtre y est aussi subordonné. C'est à la jonction du grès et des marnes que se trouve le gypse ; il y est distribué avec régularité, n'altère nullement la stratification et forme une bande qui se tient constamment au même niveau. Il est exploité à Sainte-Affrique, à Vabres, à Montaigu, à Saint-Félix, etc. Cette substance constitue ordinairement des amas allongés ayant l'apparence de couches, mais quelquefois elle est disséminée dans

---

(1) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. VIII, p. 3, 1845.
(2) *Explication*, etc., vol. II, p. 148, 1858.

la masse même du grès blanc supérieur et lui sert pour ainsi dire de ciment. La coupe de la montagne de la Couette, près de Sainte-Affrique, présente de bas en haut :

1. Grès rougeâtre, peu micacé, alternant avec des marnes rougeâtres, schisteuses, tachées de rouge et de vert.
2. Grès schisteux, micacé, verdâtre, avec gypse en amas, se fondant insensiblement dans la roche; on y trouve, vers le bas, de nombreux galets de quartz.
3. Grès et galets, de 10 mètres d'épaisseur.
4. Grès rougeâtre micacé, avec des nodules de gypse saccharoïde rougeâtre.
5. Gypse et galets.
6. Grès micacé verdâtre, avec des nodules de gypse saccharoïde blanc, donnant un plâtre très pur. — L'épaisseur totale du grès gypseux est d'environ 20 mètres.
7. Couches minces de marnes irisées.
8. Calcaire magnésien, $0^m,45$.
9. Grès arkose de $3^m,40$, formant la base du lias.
10. Calcaire à Gryphées arquées, compacte, gris, commençant par des calcaires magnésiens caverneux, qui couronnent les collines environnantes.

Dans la coupe qu'il a donnée des environs de Gages, au nord-est de Rodez, sur la route de cette ville à Sevérac, M. Coquand (1) a rangé la plupart de ces couches dans le système permien, n'admettant plus au-dessus qu'une assise qu'il rapporte au grès bigarré.

M. Parran (2) a décrit de même les plaines de Camarès et de Vabres en signalant quelques restes de végétaux et de sauriens qui n'ont point été déterminés, puis des coprolithes. Il fait remarquer que les veines quartzeuses qui pénètrent les roches rouges (grès et marnes schisteuses), et qui parfois renferment de la pyrite cuivreuse, ne pénètrent pas dans les marnes irisées dont la superposition paraît être aussi discordante. Sans admettre positivement l'existence d'un représentant du grès bigarré, il serait également porté à rattacher ces couches rouges au système permien mieux caractérisé aux environs de Lodève, de sorte que le trias se trouverait réduit pour lui, non-seulement dans cette région, mais encore dans les départements du Gard et de l'Ardèche, au seul groupe des marnes irisées. Quant à ce que dit encore M. Parran de ces mêmes dépôts,

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XIV, p. 128, pl. 4, 1855.
(2) *Note sur la formation secondaire des environs de Sainte-Affrique* (*Ann. des mines*, 5e sér., vol. X, p. 91, 1856).

ils n'ont pas été confondus, comme il semble le croire, ni sur la carte géologique de la France, ni dans le second volume de l'*Explication*, avec le grès inférieur du lias, et ses observations n'ajoutent rien d'essentiel à ce qu'avaient dit ses prédécesseurs.

On a vu que Dufrénoy avait très exactement limité les groupes du grès bigarré et des marnes irisées des environs de Sainte-Affrique. M. P. de Rouville (1), en revenant sur ce sujet, a rappelé quelques données historiques relatives à la question, et constaté aussi l'existence des deux horizons dans le même pays. Les marnes irisées, dit-il, sont caractérisées par des grès, des dolomies, des marnes panachées et du gypse exploitable; le grès bigarré par des assises rouges, schisteuses, renfermant des Calamites à Montagnol. Ces deux divisions montrent une certaine indépendance dans leur distribution géographique et leur développement.

Ainsi les marnes irisées qui disparaissent sous le lias à Laval se montrent de nouveau peu après pour s'étendre dans le département de l'Hérault, par le col de Notre-Dame, au-dessus de Ceilhes, et continuer sans interruption jusqu'à Lodève. Elles reposent sur les calcaires et les schistes de transition de la Siffrérie et d'Avesne, de même que sur le granite de Mendic et de Vernazobres jusqu'auprès de Lunas, où viennent affleurer au-dessous les assises rouges du grès bigarré. Celui-ci se continue par Dio et Valquières jusque sur les bords de la rivière de Lodève. Dans toute cette étendue, les marnes irisées supportent les dépôts jurassiques en formant des pentes adoucies, de teintes variées qui contrastent fortement avec celles du lias entre Lodève et Clermont-Hérault.

Les schistes rouges sortent de dessous les marnes irisées dans le bassin de l'Octon, de Salase, etc., où ils affectent des formes très prononcées à arêtes vives, constituent des plateaux plus ou moins vastes, à pentes rapides (*ruff*), tandis que la surface des marnes irisées, plus doucement ondulée, est appelée *cistre* dans le pays. Les schistes rouges reposent aux environs de Lodève sur les schistes noirs à empreintes végétales de la formation permienne. M. de Rouville regarde la limite supérieure des marnes irisées comme mal définie encore, et des grès en bancs puissants, exploités à Sainte-Affrique et à Fonbine, sur la route de Lodève à Soubès, couronnent les talus

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XV, p. 69, 1857. — *Compt. rend.*, vol. XIV, p. 696, 1857.

des marnes entre les deux villes et forment une corniche continue.

Le trias des environs de Lodève ou du bassin de l'Ergue repose sur le terrain de transition et est recouvert par le lias (1). Les marnes irisées y sont peu développées; cependant elles se montrent au nord de la ville, et le gypse y est exploité à Saint-Étienne-de-Gourgues ainsi que sur d'autres points. Il est en amas puissants, et sa texture saccharoïde le fait ressembler au gypse des Alpes. Le grès bigarré plonge de 12° au S., 10° E., et sa direction est constante. Département de l'Hérault.

L'auteur y rapporte des schistes gris bleuâtre, ternes, à empreintes végétales, exploités pour ardoises et dont les plantes étudiées par M. Ad. Brongniart ont démontré qu'ils devaient appartenir à une époque intermédiaire entre la formation houillère et le trias. Mais cette conclusion n'a pas été alors très nettement formulée, et ce ne fut qu'en 1849 que le savant auteur de l'*Histoire des végétaux fossiles* classa définitivement la flore des schistes ardoises de Lodève dans la période permienne (2). M. Marcel de Serres (3) a suivi cette dernière indication sans ajouter de nouvelles données stratigraphiques à celles que l'on possédait. Il a supposé en outre que les schistes et les marnes à empreintes végétales, originairement à un niveau inférieur au trias, avaient été soulevés en masse par l'arrivée des basaltes, et portés ainsi au-dessus de leur niveau primitif. Nous ne sachions pas que l'auteur ait appuyé cette hypothèse par la découverte de failles ou de dislocations qui ont dû accompagner ce phénomène. Mais M. Coquand (4), qui, depuis, a rangé aussi ces couches dans le système permien, a marqué en effet une faille au-dessous de Lodève, suivant le lit même de l'Ergue. Quant au mémoire de M. Marcel de Serres (5) sur les végétaux fossiles de cette localité, nous n'avons pas à nous en occuper en ce moment.

MM. Melet et Hugounenq ont trouvé à Fozière, près de Lodève, dans des grès que M. de Rouville rapporte aux marnes irisées, des

(1) Dufrénoy, *Explication de la carte géol. de la France*, vol. II, p. 144, 1848.
(2) *Dictionnaire universel d'hist. naturelle*, vol. XIII, p. 149, 1849.
(3) *Compt. rend.*, vol. XXXVII, p. 329, 1853.
(4) *Bull.*, 2e sér., vol. XIV, p. 128, pl. 4, fig. 5, 1855.
(5) *Ibid.*, p. 1188.

empreintes de pas d'animaux étudiées par M. Gervais (1). Ce dernier y a reconnu des traces semblables à celles du grès d'Hildeburghausen et désignées par M. Kaup sous le nom de *Chirotherium* ou *Chirosaurus Barthii* (*Labyrinthodon*, Owen), et que nous avons aussi mentionnées dans le grès bigarré de Saint-Valbert (Haute-Saône). D'autres empreintes accompagnaient encore celles de Fozière, mais elles provenaient d'un animal différent. A Soubès, dans une assise du même niveau, des empreintes quadri-digitées, assez analogues aux Ornitichnites du Connecticut, ont été observées à la face inférieure d'un banc de grès superposé à un lit d'argile.

Entre Olmet et Villacun, au sud-ouest de Lodève, le gypse des marnes irisées plonge à l'O., suivant M. Hébert (2), et ses marnes sont surmontées d'une assise d'arkose et de dolomies du lias inférieur. Sous ce même gypse viennent un calcaire dolomitique caverneux, des calcaires schisteux alternant avec des marnes rouges et grises dans lesquelles ont été rencontrées les empreintes de pas de reptiles déjà signalées à Fozière, puis une série de grès et de marnes alternant avec des bancs calcaires subordonnés et une arkose avec des cailloux de quartz à la base, reposant sur les schistes. Dans une coupe prise sur le chemin de Bellevue à Lodève, les argiles minces qui alternent vers le haut avec les grès et recouvrent le conglomérat auraient été confondues par M. Coquand avec les schistes permiens du pays. Au nord-est de la même ville, les mêmes assises du trias sont encore très développées, surtout lorsqu'on monte au piton de Vinac que couronnent l'arkose et les dolomies du quatrième étage du lias. M. Hébert réunit ici au grès bigarré l'assise à empreintes de vertébrés que M. de Rouville rapportait aux marnes irisées.

On a vu que le trias formait une zone assez étendue au nord de Bédarrieux, courant O., E., et se rattachant à la précédente dans cette dernière direction. Au sud du village de Bousquet-d'Orb, dit M. Noguès (3), non loin des dernières maisons, on trouve les assises suivantes, plongeant à l'E., 15° S. :

1. Grès bigarré rougeâtre, à grains de quartz de diverses grosseurs.
2. Grès schisteux, micacé, avec *Calamites arenaceus* (entre le village et la tour, au pied de la montagne de Caunas).

---

(1) *Compt. rend.*, vol. LXV, p. 763, 1857.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. XVI, p. 915, 1859.
(3) *Notes inédites*, 1859.

3. Grès compacte et grès schisteux, noirâtre, semblable au grès en dalles de Lodève.
4. Conglomérat rouge ou jaunâtre.
5. Grès houiller.

Les assises 3 et 4 sont rapportées par l'auteur au système permien.

La montagne de Caunas, qui suit le cours de l'Orb, en face de la précédente et en s'abaissant vers Bédarieux, présente la coupe suivante en allant de bas en haut et perpendiculairement à sa direction :

1. Grès rouge, schisteux et micacé, avec *Calamites arenaceus*, formant le lit de l'Orb.
2. Grès jaunâtre, avec grains de quartz de diverses grosseurs et des lits subordonnés de schiste micacé bleuâtre.
3. Grès à grain fin, jaunâtre, un peu micacé.
4. Marnes bleuâtres, légèrement micacées, jaunâtres ou violettes par places, contournées, plissées (particulièrement développées dans la vallée de la Mave, aux environs de Villemagne, à l'ouest de Bédarieux).

Sur la carte géologique de la France, la limite sud du trias, dirigée O., E., passe au nord de Bédarieux et de Clermont-Lodève, suivant le cours de la petite rivière du Cresset, mais, d'après M. Fournet (1), il existerait encore aux environs de Neffiez, au sud des formations jurassique et carbonifère de cette localité, où le même géologue annonce également la présence de dépôts permiens. Le trias qui fait suite à ces derniers s'en distingue difficilement, mais l'auteur prend pour base un conglomérat rouge auquel succèdent des schistes marneux gypsifères et des calcaires marneux plus ou moins impurs. Des fossiles se montrent, soit au-dessus, soit au-dessous des couches gypseuses, et les diverses espèces se trouvent réunies dans le même banc. Ce sont : *Lingula tenuissima*, *Lima striata*, *Avicula Bronnii*, *A. subcostata*, *Mytilus retrorsus*, *Lyrodon curvirostris*, *Myacites elongatus*, *Nucula incrassata*, *Turritella*, un fragment peut-être de *Ceratites nodosus?* des ossements, des dents et des écailles de poissons. La *Lingula tenuissima* existe constamment avec le *Mytilus* dans les marnes gypseuses ; les restes de poissons sont au-dessus, et les ossements assez fréquents au-dessus et au-dessous du même niveau.

Ces assises, dont les fossiles confirment, à certains égards, l'opinion émise précédemment par M. Fournet, de l'existence du mus-

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VIII, p. 54, 1850.

chelkalk dans ce pays, sont surmontées par un grès rouge quartzeux, non fossilifère, qu'on pourrait aussi comparer aux marnes irisées, ce qui compléterait la série de la formation ; mais, contrairement aux géologues précédents, l'auteur est disposé à croire que le groupe des marnes irisées proprement dit manque dans cette partie de la France, et qu'on peut voir, dans la dernière assise dont nous venons de parler, un représentant du grès du lias. La liaison des deux formations paraît d'ailleurs être assez constante dans cette même région.

En revenant depuis sur les environs de Neffiez (1), le même savant y établit, à partir du grès du lias, trois divisions ou étages dans un ensemble de couches qu'il rapporte alors aux marnes irisées et dont l'épaisseur totale serait de 110 à 130 mètres. Les fossiles mentionnés ci-dessus se trouvent dans le premier et le troisième de ces étages. Ces indications, dit l'auteur, après avoir donné la composition de chaque étage, ne permettent pas de mettre en doute l'existence du *Keuper;* peut-être arrivera-t-on à reconnaître dans l'inférieur un équivalent du muschelkalk. En tous cas, ces détails renversent définitivement, ajoute-t-il (p. 75), toutes les idées au sujet de l'assimilation absolue de ce système avec l'*infra-lias*. Au-dessous, le grès bigarré, d'une puissance de 183 mètres, trace une zone rouge, parallèle aux autres lignes de la stratification générale du pays. Il se divise aussi en deux étages : le premier composé de schistes verdâtres ou rouges, bleus, etc., de calcaires gris et de dolomies jaunâtres, dures, bien stratifiées, ou à surface bosselée et concrétionnée ; le second comprenant des schistes argileux avec des dolomies, des schistes verts et des conglomérats siliceux remplis de cailloux de quartz avec de la baryte sulfatée à l'est de la Resclause.

Entre Roujan et Neffiez, M. Hébert (2) a aussi donné récemment une coupe dans laquelle il admet d'abord la présence des trois groupes du trias, puis au-dessous des équivalents du grès des Vosges, des couches à *Walchia* et du *rothe todte Liegende* reposant sur le terrain houiller. Néanmoins, dans ses conclusions (p. 917), l'auteur doute que les calcaires dolomitiques cloisonnés ou tufacés qui divisent

(1) *Mém. de l'Acad. des sc., belles-lettres et arts de Lyon*, vol. VI, p. 71, 1856.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. XVI., p. 914, 1859.

en deux la série du trias telle qu'il la comprend doivent réellement représenter le muschelkalk.

Si de ce point on se dirige au sud-ouest, les dépôts tertiaires et quaternaires qui occupent généralement la surface du sol sont interrompus çà et là par des affleurements de roches plus anciennes. Ainsi, aux environs de Cazouls, à l'ouest de Béziers, entre les vallées de l'Orb et du Liron, Dufrénoy (1) avait rapporté au lias le gypse et les marnes rouges et vertes qui semblent l'accompagner. Il avait cru même le tout supérieur aux calcaires de ce groupe, ou bien s'étant déposé dans une cavité de ce dernier ; mais M. Noguès (2), professeur à l'école de Sorrèze, et qui, depuis plusieurs années, s'occupe avec succès de la géologie du Languedoc, a étudié récemment ce gisement et n'hésite pas à le regarder comme semblable à ceux que nous venons de mentionner plus au nord dans le trias.

Au nord et au nord-ouest du village, on aperçoit des collines de teintes rouges dont les sommets plus foncés appartiennent au lias. Ces roches rouges sont des gypses, des grès calcarifères et quelquefois des poudingues ferrugineux. Le gypse est recouvert par des calcaires et des dolomies associées à des marnes gypseuses, et il repose, vers la base des collines, sur des schistes bleus ou verdâtres, ou bien encore noirs, luisants et satinés, qui recouvrent à leur tour des calcaires compactes très durs. Si l'on remonte le ruisseau le Roucan, on voit tout le système couronné par le lias plongeant au N.-O. Les gypses précédents sont blancs, cristallins ou sub-cristallins, verdâtres, bleuâtres ou rouges, donnant ainsi à la masse un aspect bariolé. Les couches sont flexueuses, ondulées et ressemblent à celles des environs de Neffiez.

En continuant à s'avancer dans la même direction, on rencontre des brèches formées par des fragments provenant du lias et des cailloux de quartz, et de dessous lesquelles sortent des dolomies noirâtres et fétides. La partie moyenne et supérieure de la colline de Murviel appartient au lias. En tournant cette colline par la métairie de la Garigue, pour rejoindre Cazouls par la route de Saint-Chinian, on voit des poudingues colorés en rouge et des grès calcarifères rouges qui viennent affleurer sous le lias, surtout près du pont du Fontayral. Ces poudingues et grès rouges et les calcaires

---

(1) *Mém. pour servir à une description géol. de la France*, vol. I, p. 229, pl. 4, 1830.

(2) *Notes inédites*, sept. 1859.

magnésiens placés dans ce pays entre les gypses et le lias sont pour nous une dépendance de ce dernier groupe, comme plus au nord, ainsi que nous allons le dire.

Département du Gard.

Au pied sud des Cévennes, autour d'Alzon et au sud-ouest du Vigan, la carte géologique de la France indique deux lambeaux de grès bigarré, mais plus à l'est on ne voit marquée, entre le lias et les roches anciennes, qu'une bande plus ou moins étroite de dépôts coloriés comme grès inférieur du lias. M. E. Dumas (1) a rapporté ces derniers au trias et provisoirement au groupe des marnes irisées. Ce sont des grès qui reposent transgressivement sur les dépôts houillers des environs, et recouvrent aussi indifféremment les schistes talqueux et les granites. Leur épaisseur, qui atteint parfois 80 mètres, est réduite par places à 7 ou 8. Non-seulement ils forment une zone continue bordant le terrain ancien des Cévennes, mais ils constituent encore des lambeaux au centre de la chaîne, sur le granite même aux environs de la Salle, du côté de Soudargues, de Claron, de Saint-Bonnet, à des altitudes de 500 et 600 mètres, sur la montagne du Souquet, à 1300 mètres, etc.

L'auteur signale plusieurs points où l'indépendance de ces dépôts par rapport au lias est mise en évidence et doit les en faire distinguer d'une manière absolue. Ainsi, à Pierre-Morte, près de Saint-Ambroix, ils sont successivement recouverts par le lias, puis par l'Oxford-clay. Ils comprennent : 1° des conglomérats formés d'éléments désagrégés du granite sous-jacent (hameau de Vidourle, Saint-Bonnet, près de la Salle); 2° des poudingues à noyaux de quartz blanc, de diverses grosseurs, à ciment feldspathique argileux, rouge ou brun, constituant un bon horizon, renfermant du plomb argentifère sublimé à Carnoulès, près d'Alais, du fer sulfuré à Paillères, près d'Anduze, et ayant une épaisseur de 3 à 4 mètres ; 3° des calcaires de 20 à 30 mètres de puissance totale, devenant magnésiens par places, apparaissant à plusieurs niveaux, principalement vers le milieu de la série ; ils sont gris ou jaunâtres, compactes, très durs, celluleux, leurs cavités étant tapissées de calcaire spathique (Saint-Jean-du-Gard, Saint-Bonnet); 4° des grès quartzeux avec du kaolin plus ou moins abondant, à grains plus ou moins fins, blancs, jaunes

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 595, 1846 (réunion extraordinaire de la Soc. géol. à Alais). — Voy. aussi : les *Cartes géologiques des arrondissements d'Alais et du Vigan*, 2 feuilles, 1844, 1845.

ou rouges et un ciment calcaire ou argileux; 5° des sables quartzeux, jaunâtres, argileux, micacés; 6° des marnes généralement argileuses.

Ces diverses roches ont une épaisseur très variable suivant la localité où on les observe, et peu de coupes les mettent toutes à découvert. Les conglomérats granitiques sont toujours vers la base. Puis viennent les assises de grès ou de sable quartzeux feldspathique. Les dolomies et les calcaires occupent la partie moyenne surmontée par les marnes, les sables et les grès alternants. Enfin quelques schistes gris, très fins, micacés et onctueux au toucher les couronnent encore par places (Anduze).

Les fossiles y sont très rares. Du lignite existe à 1 kilomètre de Pompidou (Lozère), seul point où l'on en cite dans les Cévennes. Des amas de gypse plus ou moins puissants s'observent, soit entre les bancs calcaires, soit entre des couches de marnes ou de grès. La substance est grise, argileuse, terreuse, traversée par des veines de gypse blanc, fibreux, quelquefois rosâtre et saccharoïde. Souvent on y observe des cristaux de quartz prismatiques, terminés par deux pyramides hexagonales. Ces gypses, compris entre des couches calcaires régulières, ne sont point le résultat d'une action métamorphique, mais auraient été produits par des sources minérales ou des vapeurs acides pendant le dépôt du trias. Ils abondent surtout le long du massif granitique méridional des Cévennes. On en exploite dans les communes de Arigas, de Molières, de Saint-Bonnet, de Vabres, de Monoblet et de Saint-Félix-de-Paillères (arrondissement du Vigan), puis à Saint-Jean-du-Gard, près d'Anduze, à la Porte du Pas et dans le vallon des Gypières, ainsi que sur les territoires des Salles-du-Gardon, à la Terisse, à Corbessas et à Molières, près Saint-Ambroix (arrondissement d'Alais).

Des couches de fer hydraté, subordonnées aussi à cette formation, alimentent, en grande partie, les fonderies de Bességes. A la montagne du Travers, le minerai forme deux bancs séparés par 10 mètres de grès. Le supérieur de $1^m,50$ à 2 mètres d'épaisseur, l'inférieur de $0^m,50$ à $0^m,60$. Leur inclinaison à l'O. est de 35° à 40°. Près de Bordezac on exploite trois bancs qui se retrouvent ensuite près de la Grand-Combe, vis-à-vis de Levade, à Saint-Jean-du-Pin, à Cendras et dans le vallon de Fontane. Ces minerais qui donnent 41 1/2 pour 100 de fonte, et se montrent au même niveau quoique fort éloignés les uns des autres, paraissent être le résultat d'émanations métalliques, ou des dépôts de sources qui les abandonnaient régu-

lièrement au fond des mers pendant la sédimentation des autres couches.

Dans les calcaires qui dépendent du trias ainsi composé, des minerais de zinc sulfuré et carbonaté, de plomb sulfuré argentifère, de manganèse oxydé, etc., ont aussi donné lieu à diverses exploitations.

Nous avions déjà fait nos réserves relativement à ces rapprochements de M. E. Dumas des couches arénacées et dolomitiques de ce pays avec le trias, et nous étions disposé à les réunir encore à la base du lias avec les auteurs de la carte géologique de la France (*antè*, vol. VI, p. 531). Elles en constituent le quatrième étage auquel on donne quelquefois le nom assez malheureux d'*infralias* ou celui de *grès du lias*, qui n'est pas mieux motivé, puisqu'on a vu que là où il est le plus développé cet étage est essentiellement calcaire. M. Hébert (1) qui, depuis, a étudié quelques points de cette zone, s'est aussi prononcé dans le même sens. Ainsi, à l'est de Villefort (Lozère), ce géologue réunit au lias des grès et des poudingues placés dans le trias par M. Dumas. Il en est de même dans le ravin de Chaylard (Gard) pour les arkoses, à Gamnal, etc. A Molières, des gypses avec des marnes, des dolomies jaunâtres en couches minces alternant vers le bas avec des argiles de teintes variées, reposant sur des dolomies compactes, cloisonnées ou terreuses et enfin sur des calcaires marneux qui alternent eux-mêmes avec des schistes noirs, feraient au contraire partie du trias. En résumé, les roches comprises par l'auteur de la *Carte géologique du département du Gard* sous le nom d'*arkose*, et qui accompagnent toujours les couches fossilifères de la base du lias, doivent appartenir à ce dernier, soit qu'elles recouvrent la série sans fossiles et gypsifère du trias comme à Molières, soit qu'elles reposent directement sur les roches cristallines anciennes.

M. Fournet (2), de son côté, distingue dans le même pays, au-dessous des marnes irisées, un équivalent du grès bigarré qui y serait seulement moins développé qu'au nord, aux environs d'Argentières.

Département de l'Ardèche.

Dans le département de l'Ardèche, les couches réunies par

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XVI, p. 905, 1859.
(2) *Mém. de l'Acad. des sc., lettres et arts de Lyon*, vol. VI, p. 65, 1856.—Voyez aussi : Parran, *Note sur les sondages du Gard* (à Montalet et à Malbos). *Bull.*, 2e sér., vol. XVII, p. 145, 1859.

M. de Malbos (1) sous la dénomination de *grès bigarré* se montrent à Baune dans le prolongement de celles du Gard, sont interrompues un instant et reparaissent aux Vans pour former au delà une bande plus ou moins large qui se dirige vers Joyeuse, Largentière, Aubenas, l'Escrinet, et se perd enfin sous les calcaires à une lieue au delà de Privas. Aux environs de cette dernière ville, ces couches constituent des collines plus abruptes et s'appuient, à stratification discordante, sur les dépôts houillers, sur le gneiss ou sur le granite. Les grès de la base varient beaucoup dans leur composition, leur dureté et leurs teintes. Quelquefois ce sont des poudingues, ailleurs des sables micacés, rougeâtres, ferrugineux. Des traces de charbon y ont été rencontrées. Au-dessus est un calcaire dolomitique, grisâtre, celluleux, subordonné à un schiste noir luisant. Des filons de plomb argentifère y ont été exploités à Largentière. On ne l'aperçoit, au reste, que dans le lit profond des rivières.

Les couches de grès, moyennes et supérieures, alternent souvent avec des argiles sablonneuses vertes, rougeâtres, violettes. Un des bancs les plus élevés est un grès blanc, quartzeux, à grains très fins et homogènes, fournissant une belle pierre de taille (Baune, les Vans, Chambonas, la Blachère, Aubenas, Ussel). A Salelles, à Saint-Pierre, à Senilhac, une assise calcaire se voit à la jonction des roches cristallines. Elle est grise, rougeâtre ou zonée, sa texture est cristalline et elle dégage sous le choc une odeur d'acide phosphorique. Elle est recouverte d'un schiste argileux blanc avec du quartz mamelonné géodique, passant à la calcédoine et dont les vides tapissés de cristaux, renferment aussi du kaolin ou de l'oxyde noir de manganèse. Enfin le groupe du grès bigarré se termine, suivant M. de Malbos, par des rognons et des couches épaisses d'une roche jaune, très pesante, qui ne paraît être composée que d'argile et présente souvent des cavités quadrangulaires formées par de minces cloisons spathiques. On a vu (*antè*, vol. VI, p. 523) quelles étaient les diverses opinions émises sur les roches inférieures au lias des environs de Privas.

M. le marquis de Roys (2), après avoir rappelé les caractères des roches que nous avons vues décrites aux environs de Lyon sous le nom de *grès inférieurs* par M. Leymerie (*antè*, p. 163), pense

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 632, 1846.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 44, 1845.

qu'elles se retrouvent sur un grand nombre de points des départements de l'Ardèche et du Gard, toujours sans fossiles. On les observe surtout à Berrias et à Alais, où elles ont été rapportées au trias comme on vient de le dire. Entre le Mas-Dieu et Portes, les assises inférieures du lias recouvrent ce système arénacé qui surmonte régulièrement la formation houillère. M. de Roys semble disposé à placer ces dépôts plus bas que ne l'ont fait MM. Dumas et de Malbos, en les mettant sur l'horizon du zechstein. Ce rapprochement serait confirmé, suivant lui, par les caractères et la position des schistes de Muse (Saône-et-Loire), qu'il compare aux schistes cuivreux du Mansfeld, et par le gisement cuprifère de Chessy.

Plus tard, les membres de la Société géologique réunis à Valence (*antè*, vol. VI, p. 499 et 523), qui avaient regardé avec MM. Fournet et Dumas les assises marneuses et arénacées, recouvertes par l'étage d'Oxford du mont Charray au col de l'Escrinet, comme une dépendance du trias, ont aussi reconnu avec M. Lory un faible représentant de ce système, le *grès de Soyons*, à la base de la montagne de Crussol, entre le granite et la série jurassique qui la constitue presque en entier (1).

M. Fournet (2) revenant encore sur le même sujet, a admis, sur la pente occidentale du mont Charray et dans les ravins autour de Privas, trois divisions ou étages qu'il rapporte à la période triasique; ce sont de haut en bas :

1. Grès quartzeux à gros grains, en bancs plus ou moins épais; grès siliceux fin et lits d'argile ocreuse, avec minerai de fer hydraté; épaisseur totale, 20 mètres.
2. Argiles schisteuses, grises, micacées, ressemblant à des schistes houillers et renfermant des empreintes de plantes (fougères et équisétacées); schiste rouge micacé; calcaires compactes; dolomies et calcaires gris et blonds; marnes sableuses de diverses couleurs; dolomies sableuses bleues et jaunes, en assises assez puissantes dont l'aspect rappelle celui des marnes irisées.
3. Grès en bancs plus ou moins épais et alternant avec des lits d'argile et de marnes schisteuses et sableuses; à la base est une couche de fer hydraté compacte, géodique ou hématite brune et magnésienne, de 1 mètre d'épaisseur, dans une gangue argilo-quartzeuse, et que M. Grüner a suivie sur plus d'un

---

(1) Voy. aussi : Ch. Lory, *Description géologique du Dauphiné*, p. 52 et 18, fig. 1, 1859.

(2) *Mém. de l'Acad. roy. des sc., lettres et arts de Lyon*, vol. VI. p. 53, 1856.

kilomètre. Au-dessous vient le micaschiste du mont Gruas et du contrefort de Gourdon (1).

La position de l'Oxford-clay sur le trias, dont nous avons déjà parlé, prouve que ce dernier avait été relevé avant le dépôt du lias, et qu'il y a par conséquent une discordance qui doit contribuer à les faire séparer comme appartenant à des périodes distinctes. Dans une région située plus au sud, on a vu que, d'après le même savant, il y avait au contraire continuité entre les deux formations. Ces différences dans les rapports stratigraphiques de deux séries qui se sont immédiatement suivies dans l'ordre des temps, étudiées sur des points assez éloignés, sont d'ailleurs une circonstance très naturelle. Enfin au sud-ouest, aux environs de l'Argentière, M. Fournet (p. 60) signale quatre divisions dans les couches qu'il rapporte au trias, mais on peut dire que, tous ces dépôts arénacés, marneux, argileux, avec les calcaires, magnésiens ou non, qui leur sont subordonnés, dépôts que nous avons suivis sur le pourtour des Cévennes, en les rattachant à cette période, comme l'ont fait plusieurs géologues, n'ont encore montré que des caractères négatifs sous le point de vue paléontologique. Aucun fossile propre à fixer définitivement leur âge n'a été découvert ni présenté à l'appui de cette manière de voir, et, d'un autre côté, l'opinion des auteurs de la carte géologique de la France, qui n'y voyaient qu'une dépendance du lias, par le même motif ne se trouve pas démontrée non plus.

Enfin, sur une *Carte géologique du département de l'Ardèche* (2), que vient de publier M. J.-B. Dalmas, on voit le trias formant une zone assez large et presque continue entre les roches cristallines et le lias. Un lambeau isolé existe autour de Vernoux ; c'est le point le plus septentrional où les dépôts de cet âge soient connus. Il est entouré de trois côtés par le gneiss et le granite; sur le quatrième il paraît être recouvert par un lambeau de lias. Recommençant ensuite au nord de Privas, où le trias occupe une assez grande surface, la zone est momentanément resserrée et cesse même tout à fait au col de l'Escrinet en passant sous l'Oxford-clay; elle reprend bientôt son importance sur son versant sud, passe un peu au nord d'Aubenas, se dirige vers l'Argentière, Joyeuse et les Vans, où elle est de

(1) J. Fournet, *Ann. de la Soc. d'agriculture de Lyon*, vol. VI, 1843.
(2) Une feuille, 1859.

nouveau interrompue par le lias qui repose directement sur les roches cristallines. Le trias reparaît un peu plus loin entre le lias et les couches carbonifères pour se prolonger, comme on l'a dit, dans le département du Gard.

## CHAPITRE V.

### FORMATION TRIASIQUE DU SUD DE LA FRANCE.

#### § 1. — Dauphiné et Provence.

M. J. Fournet (1) disait en 1844 : Je suis très porté à admettre un *trias alpin*, à cause de la ressemblance frappante qui existe entre le grès bigarré et les grès du Bout-du-Monde, près d'Allevard. M. Ch. Lory (2), qui, depuis plusieurs années, étudie aussi avec le plus grand soin la géologie du Dauphiné, partage la même opinion relativement à ces couches qu'il décrit sous le nom de *grès d'Allevard*. Département de l'Isère.

Ces grès, dit-il, sont à gros grains ou à grains fins et même schisteux, de teintes variées, blancs, jaunâtres, rougeâtres ou vert-pâle. Les principaux bancs sont séparés par des lits minces, argilo-sableux, verts, rouges ou violacés. Ils sont presque entièrement composés de grains de quartz pur. Vers le bas on observe des conglomérats grossiers avec des fragments de schistes talqueux. Ceux-ci sont aussi séparés par des lits de sable quartzeux, fin, argileux et micacé. Ce système arénacé, dirigé N. 28° E., est incliné de 50° à 60°, s'appuie d'une manière discordante contre des schistes talqueux presque verticaux dirigés N. 10° O., et est recouvert, à stratification également discordante, par des calcaires noirs, feuilletés, peu inclinés, appartenant au lias. La coupe de la gorge d'Allevard, où l'on exploite le gypse dans ces mêmes calcaires, met ces relations en évidence.

Au nord et au sud de ce point, on observe les mêmes rapports

---

(1) *Procès-verbaux de la Soc. d'agriculture de Lyon*, 20 juin 1844. — *Recherches sur la géologie de la partie des Alpes comprises entre le Valais et l'Oisans* (*Ann. de la Soc. d'agriculture de Lyon*, 1845, p. 109 du mém.). — *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 548, 1850.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. XV, p. 18, 1857. — *Carte géologique du Dauphiné*, une feuille, 1858. — *Description géologique du Dauphiné*, p. 91, in-8°. Grenoble, 1859.

stratigraphiques. A la Tailla et à la croix de Reculet, les galeries d'exploitation du fer spathique ont leur entrée pratiquée dans ces couches, beaucoup plus développées encore au sud, sur les sommets de la chaîne qui sépare Theys de la Ferrière, au crêt des Violettes où leur discordance avec les schistes talqueux sous-jacents est complète. Des cargneules paraissent être associées au grès, et des veines de charbon ou de houille impure s'y montrent çà et là, sans néanmoins permettre de les identifier avec les *grès à anthracites*, qui n'en sont d'ailleurs qu'à une petite distance. Leur épaisseur totale est d'environ 150 mètres.

A l'est d'Allevard, ces mêmes couches forment une sorte de coin serré dans un pli de roches cristallines, entre les Envers et le lac du Collet. En suivant l'arête culminante, entre le vallon de ce nom et la Combe-de-Veyton, depuis le chalet des Mollies jusqu'au sud du lac, on trouve des grès blancs, quartzeux, à grains fins ou moyens, des grès argileux, micacés, rougeâtres, violacés, etc., des conglomérats à fragments de gneiss et des schistes talqueux à ciment siliceux, signalés d'abord par M. Chaper, et désignés par MM. Gueymard et Sc. Gras sous le nom de *grauwacke*. Ces roches alternent aussi avec des argiles feuilletées, onctueuses, micacées, ou bien noires, tendres et non effervescentes. Des cargneules y sont encore intercalées du côté des Envers. La coupe donnée par M. Lory (pl. 1, fig. 5) montre la disposition des couches telle qu'il la comprend dans cette localité en même temps qu'au Bout-du-Monde.

Dans tout le reste du Dauphiné et dans la plus grande partie de la Provence, aucune autre trace de dépôts triasiques n'a encore été signalée.

Département du Var.

Ce n'est que dans la partie méridionale de cette dernière province, dans le département du Var et sur quelques points très restreints des départements voisins, que nous en retrouvons des témoins d'autant plus incontestables qu'ils nous présentent des fossiles caractéristiques indiqués à l'ouest sur un seul point, aux environs de Neffiez (Hérault), précisément sur le même parallèle.

« Le trias, dit M. Élie de Beaumont (1), forme une ceinture qui » du côté de la terre entoure complétement les montagnes littorales » du département du Var. Cette ceinture se termine à la mer à ses » deux extrémités, près d'Antibes, et à Saint-Nazaire, à l'ouest de

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, vol. II, p. 151, 1848.

» Toulon. Elle sépare les roches primitives et porphyriques des » Maures et de l'Esterel des dépôts secondaires plus modernes qui » les circonscrivent à leur tour, à une plus grande distance. Les » parties supérieures et les moins solides du grès bigarré laissent » autour des montagnes littorales du Var un vide continu, une sorte » de large fossé, dont les escarpements du muschelkalk et quelque- » fois ceux des formations jurassique et crétacée sont en quelque » sorte la contre-escarpe. »

Cette zone du trias joue dans la constitution du sol du midi de la France un rôle comparable à celui du trias des départements du Lot et de l'Aveyron, dont nous nous sommes occupé dans le chapitre précédent. Suivant le même géologue, deux termes de la formation sont seuls représentés dans cette région : c'est le muschelkalk et le grès bigarré. Quant aux marnes irisées qu'on y a signalées, il pense qu'elles appartiennent, avec les gypses qui y sont associés, au muschelkalk dont elles ne sont qu'une modification.

Les relations fréquentes des porphyres de ce pays avec les premières assises du trias nous engagent à dire ici quelques mots de ces roches ignées remarquables à beaucoup d'égards, et dont nous avons déjà parlé avec quelques détails (1).

Ces porphyres forment, suivant M. Élie de Beaumont (2), les cimes principales de l'Esterel proprement dit, c'est-à-dire du massif de montagnes que traverse la route de Fréjus à Antibes, aux environs de la maison de poste de ce nom près du village des Adrets. Ce massif présente une série discontinue de crêtes dentelées, porphyriques, qui commencent à la montagne de Rouit, au nord-est d'Esclans, et courent à peu près O., E., jusqu'au cap Roux, élevé de 489 mètres au-dessus de la mer, et dont les formes heurtées et bizarres se font remarquer de très loin. Ce promontoire fait partie d'une suite d'escarpements qui terminent l'Esterel au sud-est et à l'est, depuis Saint-Raphaël, à l'embouchure de l'Argens, jusqu'au golfe de Napoule. Ces porphyres, comme le fait observer le savant auteur, avaient depuis longtemps fixé l'attention des naturalistes. Guettard et Angerstein en avaient parlé d'abord, et après eux Buffon, de Saussure et Darluc les mentionnèrent. La roche est composée essentiellement de feldspath compacte, rouge amarante, plus ou moins

(1) *Antè*, vol. III, p. 340.
(2) *Explication*, etc., vol. I, p. 470, 1841.

foncé, avec des grains de quartz disséminés, incolores, à cassure vitreuse, en cristaux bi-pyramidaux, puis de cristaux de feldspath orthose d'une teinte plus pâle que la pâte environnante. Au cap Roux, dans l'Esterel et à la montagne de Rouit, ces roches forment de grandes masses divisées en blocs polyédriques par des fentes verticales. Entre Saint-Raphaël et la rade d'Agay sont des porphyres gris-bleuâtre, également quartzifères, mais dont les caractères généraux rappellent singulièrement ceux des trachytes (*antè*, vol. III, p. 340).

Les porphyres quartzifères semblent avoir fait éruption à travers le gneiss qui forme la base des montagnes de ce pays, et avoir pénétré dans les dépôts houillers. Leur structure est parfois prismatique, ou bien compacte et rubannée, ou même schistoïde. Ils se lient à des conglomérats porphyriques qui à leur tour passent au grès bigarré. Les grès entourent généralement la base des montagnes porphyriques, et l'on voit des masses de ces roches ignées, sans doute les dernières venues au jour, recouvrir les grès ou pénétrer dans les fentes et les interstices des bancs, de telle sorte que les massifs porphyriques les plus proéminents du pays sont postérieurs au grès bigarré. Néanmoins, comme ces grès sont plus récents que d'autres porphyres analogues auxquels ils doivent une partie de leurs éléments constituants, il en résulte que les éruptions porphyriques ont eu lieu successivement pendant le dépôt du grès bigarré, et que certaines couches de celui-ci doivent être contemporaines de l'arrivée de certains porphyres.

Dans la montagne de Roquebrune, dont M. Élie de Beaumont donne une coupe et un dessin (p. 482), on voit le porphyre, s'appuyant d'un côté sur le gneiss, se lier de l'autre au grès bigarré par l'intermédiaire d'un conglomérat solide, composé de gros éléments de porphyre et de granite, au milieu desquels sont empâtés des fragments de granite rougeâtre. Ce poudingue passe vers le haut à un grès rougeâtre, assez grossier, quelquefois présentant des taches vertes. Il est composé de grains de quartz, de fragments de cristaux de feldspath plus ou moins altérés et réunis par un ciment argileux provenant du même feldspath complétement décomposé. La roche est rougeâtre, bleuâtre ou marbrée, quelquefois un peu micacée.

Ce système arénacé entoure généralement la base des montagnes porphyriques et autres de l'Esterel et des Maures. On peut le suivre sans interruption depuis les environs d'Antibes jusqu'à Toulon, et à Six-Fours près du cap Sicié. Il repose sur toutes les roches plus

anciennes du pays. Ainsi, près de Cannes et de Napoule il s'appuie contre le gneiss, près de la Peguière sur le granite, de Pignans à Six-Fours sur les schistes, dans les vallées du Riou et de Collobrières sur les dépôts houillers. Les assises inférieures sont généralement à gros grains et les autres à grains assez fins. La structure est souvent schisteuse. On y observe des délits obliques, et la teinte est amarante foncé. Tous ses caractères sont ceux que nous avons décrits dans le grès bigarré de la Lorraine. Il renferme quelques lits quartzeux, des couches calcaires et des veines de baryte sulfatée, des mouches de cuivre carbonaté vert et bleu au cap de la Garonne près Toulon, et un filon de fer oligiste, entre Agay et Boulouris. Les accidents que présente le grès bigarré se lient à ceux qui ont affecté les roches calcaires du reste de la Provence.

(P. 488.) Le grès bigarré est recouvert sur tout son pourtour par le muschelkalk que surmontent, dans diverses localités, le lias et d'autres assises jurassiques. La limite des deux formations secondaires est très découpée et flexueuse entre Antibes et Toulon, et passe au nord de la Grasse, de Callas, de Draguignan, de Cuers et de Saint-Nazaire. Le muschelkalk, suivant la carte géologique de la France, occupe ensuite des îlots plus ou moins considérables, entourés de dépôts plus récents, comme entre Brignolle, Saint-Maximin et les Rogiers (Rougiers); à l'ouest de Châteauvert et de Barjols à Besaudun au nord; de la Roque-Brussane à Méounes au sud, et le long de la petite rivière du Gapau, entre Signes et Belgentier, dans la partie orientale de la baie de la Ciotat, près de la ruine de Tarente (Bouches-du-Rhône), au sud de Roquevaire, autour de Rians, près de la limite occidentale du département du Var; enfin plus au nord, à Rougon, au sud-ouest de Castellane (Basses-Alpes).

Le muschelkalk diffère peu des caractères que nous lui avons vus sur les deux versants des Vosges. C'est un calcaire compacte, gris de fumée plus ou moins foncé, à cassure largement conchoïde, quelquefois esquilleux en petit. La stratification est régulière dans les points où il n'a pas subi d'influences métamorphiques. Les couches inférieures très minces se divisent en plaquettes dont la stratification continue se lie avec celle du grès bigarré sous-jacent. Les fossiles qu'on y trouve sont aussi ceux qui caractérisent le muschelkalk des autres pays, tels que l'*Encrinus liliiformis*, la *Terebratula vulgaris*, l'*Avicula socialis*, le *Mytilus eduliformis*, la *Lima striata*, l'*Ostrea complicata*, l'*Ammonites nodosus*.

Nous avons déjà traité des relations des roches ignées et parti-

culièrement des basaltes du sud de la Provence avec les couches du trias (*antè*, vol. III, p. 343). Le muschelkalk du château de Mont vert, au sud d'Auriol (Bouches-du-Rhône), a été observé par la Société géologique de France, lors de sa réunion extraordinaire à Aix, en 1842. En cet endroit il est entouré par le groupe néocomien (1). Les environs de Rougiers (Var) ont aussi été examinés, et les relations des calcaires avec les basaltes constatées avec soin. On a trouvé dans les premiers l'*Encrinus liliiformis*, la *Terebratula vulgaris*, une *Ostrea*, etc. Dans la montagne de Mazaugues, le muschelkalk paraît être séparé du lias par 12 mètres de marnes de diverses couleurs qu'on n'a pas hésité à regarder comme représentant les marnes irisées (p. 478). Plus au nord de Saint-Maximin, à Saint-Pison, la présence du grès bigarré sous le muschelkalk a également été reconnue.

La carte géologique jointe au mémoire de M. Coquand *Sur les terrains primaires et ignés du département du Var* (2) indique les limites sud du grès bigarré peu différentes de celles de la carte géologique de la France, et le muschelkalk est compris sous la même teinte, sans doute parce que ce groupe n'entrait pas dans le sujet que l'auteur s'était proposé de traiter. Il admet toutes les relations que nous avons déjà vues signalées par M. Élie de Beaumont entre les porphyres quartzifères et le grès du trias, et fait remarquer en outre que si certaines roches, qu'il considère comme des mélaphyres, sont antérieures au grès bigarré, il y en a d'autres qui sont contemporaines de celui-ci, et quelques-unes même plus récentes.

Entre le port de Saint-Raphaël et le château d'Agay, le grès bigarré à gros éléments fait voir en effet que les mélaphyres ont précédé ce dépôt dans lequel on en trouve des cailloux roulés, tandis que la coupe de Fréjus à la rivière du Reyran montre la superposition de la roche ignée au grès bigarré. Malgré la différence de leur texture, les mélaphyres ne constitueraient qu'un seul et même ensemble dont les premiers produits ont suivi de très près l'apparition des porphyres rouges et la sédimentation des premières couches du grès bigarré. Enfin les porphyres bleus dont nous avons parlé à diverses reprises ont des filons qui traversent les méla-

(1) *Bull.*, 1re sér., vol. XIII, p. 476-479, 1842.

(2) *Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 291, avec carte et coupes, 1850.

phyres, les conglomérats de mélaphyres et le grès bigarré qui les recouvre, de sorte que ce serait la roche porphyrique la plus récente de l'Esterel.

De son côté, M. le comte de Villeneuve Flayosc (1), sans rappeler ni discuter les opinions de ses prédécesseurs, a distingué et séparé de la base du trias, dans le département du Var, un groupe du grès rouge, un groupe du grès des Vosges et de plus un grès houiller sur beaucoup de points, ce qui établit, dans la distribution relative des divers systèmes de couches, des différences très notables avec ce que nous avons dit jusqu'à présent. Nous aurions désiré que le savant ingénieur en établissant ces nouvelles coupes, eût indiqué à quelles assises elles correspondaient dans la classification de M. Élie de Beaumont et dans celle de M. Coquand, car on conçoit que cette tâche devient pour nous fort délicate.

Il paraît évident cependant que ces divisions comprennent, vers le bas, les conglomérats siliceux de ces deux géologues. Nous y voyons en outre mentionnés des grès de diverses couleurs qui atteignent 1?0 mètres d'épaisseur dans le vallon de Collobrières, puis des calcaires magnésiens avec des fossiles indéterminés, et que l'auteur suppose représenter le zechstein. Le groupe du grès des Vosges, commencant au-dessus des assises calcaires et ferrugineuses, renfermerait aussi des grès de diverses couleurs et des argiles panachées, mais surtout des grès feldspathiques passant à un porphyre rougeâtre ou verdâtre à grains de quartz brisés. Plus haut sont des rognons et des veines de chaux carbonatée. Enfin le groupe est terminé par un poudingue à noyaux de grès et de porphyres, de roches granitoïdes et de quartz blanc ou coloré, formant, d'après l'auteur, un repère précieux pour marquer la limite inférieure du grès bigarré. La puissance totale de cette dernière série serait de 500 mètres. Elle a une grande importance dans la géologie de cette partie du département, et ses caractères sont très prononcés.

Sous le nom de *Terrain de grès bigarré*, le même observateur ne comprend plus qu'une bande arénacée et argileuse fort étroite, dont la limite nord, tracée par les affleurements du muschelkalk, s'accorde généralement avec celle que l'on trouve indiquée sur la

---

(1) *Description minér. et géol. du Var et des autres parties de la Provence*, p. 80, in-8°, Paris, 1856. — *Carte géologique et hydrographique du Var, des Bouches du-Rhône, de Vaucluse et des Basses-Alpes*, une feuille (sans date).

carte géologique de la France. L'épaisseur ordinaire de cette assise, de 50 à 100 mètres, en aurait 800 au lazaret de Toulon. Mais au sud, le littoral des environs d'Hyères, de Toulon et toute la presqu'île de la Seyne et de Six-Fours jusqu'à Saint-Nazaire offrent, sur la carte de M. de Villeneuve, les différences les plus tranchées avec celles de ses prédécesseurs.

Quant au muschelkalk, dont la puissance serait de 300 mètres, ses limites paraissent être au contraire plus étendues, parce que l'auteur y comprend certains calcaires placés avant lui dans les formations crétacée ou jurassique. Cependant on ne voit point indiqués, comme appartenant à ce groupe, un îlot signalé dans la partie orientale de la baie de la Ciotat, un autre au sud de Roquevaire, ni celui de Rians au nord.

En résumé, le trias de la Provence, tel que le considère M. de Villeneuve, diffère notablement dans sa composition, dans ses divisions et dans sa distribution géographique, de ce que nous savions d'après les travaux des géologues qui l'ont précédé. Nous avons parcouru nous-même le pays trop rapidement, pour qu'il nous soit permis de prononcer sur la valeur de ces différences, et d'un autre côté il serait peu équitable de préjuger ces questions défavorablement à son égard, par cela seul que nous ne partageons point la plupart des opinions de l'auteur sur ce qu'il dit des formations jurassique, crétacée et tertiaire de cette partie de la Provence.

Nous devons à l'obligeance de M. de Laval (1) les renseignements suivants sur un gisement de minerai de cuivre, situé à Carqueyrane, sur le bord de la mer, à 12 kilomètres au sud-est de Toulon. Ce gisement est compris dans la partie inférieure du grès bigarré qui repose directement sur des schistes talqueux et micacés. La couche qui renferme le minerai est un quartzite séparé de l'assise inférieure du grès par un petit lit de carbonate de cuivre généralement bleu (azurite) et de quelques centimètres seulement d'épaisseur. Celle du quartzite est de $3^m,50$, et, vers sa partie supérieure, sur une hauteur de $0^m,80$ à 1 mètre, la roche passe à un poudingue à noyaux de quartz avec un ciment de cuivre sulfuré, altéré par places, et changé en oxyde ou en carbonate. La teneur du minerai est moyennement de 5 à 6 pour 100, s'élevant quelquefois jusqu'à 20 pour 100.

(1) *Notes inédites*, 1860.

A l'ouest de Toulon, le littoral des petites baies de Saint-Nazaire et de Bandol a été étudié avec soin, par M. J.-M. Jaubert (1), qui en a donné une carte à l'échelle de $\frac{1}{80348}$ et une coupe générale à l'échelle de $\frac{1}{10000}$, tracée entre ces deux localités. L'auteur distingue, dans la légende des couleurs de l'une et de l'autre, un *étage permien* comprenant le *grès rouge* et le *grès vosgien*, puis un *étage conchylien* comprenant le *grès bigarré* et le *muschelkalk*. Mais dans le texte (p. 11 et suivantes) ces dénominations, empruntées à une classification sans valeur, disparaissent pour faire place à une terminologie plus usuelle et plus rationnelle; le *grès bigarré* et le *muschelkalk* restent seuls réunis sous la dénomination de *formation triasique*. Quant à la *formation permienne* ou à son *étage permien*, M. Jaubert ne s'en occupe pas dans ce travail, non plus que des roches plus anciennes représentées sur sa carte; nous ne pouvons donc apprécier la valeur des motifs sur lesquels il se fonde pour établir une distinction qui n'a point été reconnue par M. Élie de Beaumont. La répartition superficielle du trias et celle des roches antérieures et plus récentes indiquées sur cette carte sont aussi fort différentes de ce qu'on observe sur celle de la France.

Pour ne parler ici que de ce qui touche à notre sujet, nous dirons que le fond de la vallée de la Reppe, non loin de son embouchure, est occupé par une bande de grès bigarré d'abord fort étroite qui remonte à l'E. en s'élargissant, puis s'incline au S.-E. vers la chapelle de Bragançon au nord de la Seyne. A l'ouest de Saint-Nazaire, un prolongement de cette bande constitue la pointe du Baou-Rouge. Au sud du grès bigarré règne aussi, à partir de la côte et se dirigeant à l'E., une zone désignée par le n° 3 sous le nom d'*étage permien*, tandis qu'au nord une zone à peu près parallèle, formée par le muschelkalk, occupe le tiers de la surface de la presqu'île de Saint-Nazaire, s'étend vers le N.-E. jusqu'à Ollioules, et s'infléchit comme le grès bigarré au nord de la chapelle de Bragançon. Cette dernière zone est limitée au nord-ouest par le lias auquel succèdent d'autres groupes jurassiques. Un lambeau du même groupe paraît recouvrir aussi le grès bigarré sur la rive gauche de la Reppe, à la chapelle de Papiole, et un autre affleure au nord, sous l'oolithe inférieure, autour des collines de Lançon. Exposons actuellement

(1) *Matériaux pour la géologie du Var; Essai sur la constitution géolog. des terrains du littoral, etc.* (*Bull. de la Soc. d'études scient. de la ville de Draguignan*, 1859).

les caractères de ces deux groupes, tels que l'auteur les comprend.

Le grès bigarré présente une coupe assez complète dans l'îlot dont nous avons parlé au sud de Saint-Nazaire, où il borde la côte de la pointe du Baou-Rouge, en plongeant sous le muschelkalk à stratification concordante. C'est particulièrement dans la petite anse qui termine cette pointe que la succession des couches est le mieux à découvert. Le plongement est de 46° au N.-O., et l'on y distingue 26 bancs, couches ou assises. Un poudingue à noyaux de quartz de diverses couleurs, à pâte siliceuse et compacte de 8 mètres d'épaisseur, forme le pied de l'escarpement à partir du niveau de la mer. Au-dessus vient une série de 24 bancs de grès et de psammites généralement roses ou rouge lie de vin, plus ou moins foncé, ayant ensemble une épaisseur totale de 12 mètres. Ils sont surmontés par des marnes aussi rouge lie de vin, alternant avec des bancs arénacés, calcarifères, schisteux, de 91 mètres d'épaisseur totale et séparés du muschelkalk par une couche de marne argileuse altérée, d'un jaune orangé, rayée de rouge et de 3 mètres d'épaisseur. En cet endroit, la puissance du grès bigarré serait de 114 mètres. M. Jaubert s'attache ensuite à retrouver ces caractères sur les divers points de la zone que nous avons indiquée.

Le muschelkalk, qu'il désigne aussi par l'expression inusitée de *formation conchylienne*, comprend une série de bancs calcaires bleuâtres, séparés par des lits minces de marnes et reposant sur les grès précédents avec une concordance parfaite. Leur épaisseur est de 72 mètres, et au-dessus commencent à se montrer des marnes argileuses rouges, jaunes et vertes, renfermant des rognons et des bancs épais de cargneule. La stratification en est peu distincte. Dans la couche d'argile qui repose immédiatement sur le calcaire, l'auteur a recueilli l'*Avicula socialis*, la *Terebratula communis* (*T. vulgaris*) et une Modiole. Après les argiles reparaissent quelques bancs calcaires, des marnes et des cargneules subordonnés, mais très irrégulièrement stratifiés. Enfin, de nouveaux bancs calcaires plus réguliers alternent encore avec des lits de marnes vers le haut de la série.

Toutes ces assises puissantes, stratifiées ou non, ont été violemment bouleversées et même renversées comme aux *Trois pointes*. M. Jaubert les suit dans l'intérieur du pays, au Lançon, où la direction passe au N.-N.-O. au lieu d'être S.-O., N.-E., avec une inclinaison de 60°, puis à la chapelle de Pépiole où des calcaires fétides

courent E., O., comme à Portissol. La coupe du col de la Boou montre un plissement en zigzag des couches marneuses de la partie supérieure du groupe. Au muschelkalk succède le second étage du lias; les étages 3 et 4 manquant, à ce qu'il semble dans ce pays.

D'après l'auteur, le muschelkalk ainsi constitué aurait une épaisseur totale de 458 mètres, qui, jointe à celle du grès bigarré (114$^{m}$), donnerait 572 mètres pour la puissance du trias, entre Saint-Nazaire et Bandol. Mais si l'on considère l'état fréquent de bouleversement et souvent l'absence de stratification apparente dans ces dépôts, et si l'on tient compte de la difficulté qui en résulte pour une appréciation exacte de leur épaisseur, on pourra douter de cette puissance toute exceptionnelle assignée au muschelkalk de cette petite région littorale. Ne serait-il pas possible, en outre, qu'un équivalent des marnes irisées, peut-être même de la base du lias, y ait été compris? Les calcaires gris-bleuâtre, dont l'épaisseur est déjà de 72 mètres, pourraient bien représenter seuls le muschelkalk, et tout le reste appartenir au groupe supérieur de la formation. Les caractères des dépôts s'accorderaient assez avec cette supposition, et alors la puissance relative des trois groupes du trias n'aurait rien d'anormal.

Nous ferons remarquer en terminant, que ni la carte géologique de la France, ni les chapitres de l'*Explication* de cette carte qui se rapportent au pays dont nous venons de nous occuper, ne sont cités nulle part dans le travail de M. Jaubert, où nous trouvons mentionnée au contraire une carte géologique du littoral par M. Allègre, laquelle nous est tout à fait inconnue.

### § 2. — Région pyrénéenne.

Des divisions géologiques établies par de Charpentier (1), à la suite de ses longues et consciencieuses recherches dans toute l'étendue de la chaîne des Pyrénées, celle qu'il a désignée sous le nom de *terrain de grès rouge*, est la plus naturelle et celle qui, par conséquent, a subi le moins de modifications de la part des observateurs venus après lui.

(1) *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, p. 122, in-8°, avec carte, 1822.

Ce *terrain* qui appartient au trias était composé, pour le savant et vénérable géologue, de grès rouge proprement dit, de grès blancs, de grès schisteux et de poudingues liés les uns aux autres, mais parmi lesquels le grès rouge est la roche dominante. Quelques assises de calcaires de 1 à 7 mètres d'épaisseur, compactes, à cassure esquilleuse, gris de cendre ou gris de fumée, traversées de veines spathiques, y sont subordonnées (Bidarray, montagnes d'Ustelleguy, de Jara, d'Arradoy), etc.

Après avoir décrit les caractères et la distribution de ces diverses assises, l'auteur passe à l'examen des substances métalliques qu'elles renferment et qui sont peu nombreuses. Il signale particulièrement le fer spathique en filons dont le plus considérable se trouve sur la pente occidentale de la montagne d'Ustelleguy dans la vallée de Baigorry. Sa direction est N., S., et son inclinaison de 80° à l'E., tandis que le grès court O.-N.-O., E.-S.-E. en plongeant de 50° au S.-S.-O. Sa puissance varie de 0$^{m}$,65 à 6 mètres. Il est exclusivement composé de fer spathique avec un peu de cuivre pyriteux disséminé. D'autre filons analogues, mais moins importants, s'observent aux environs. Le cuivre pyriteux est aussi répandu dans le grès et dans de petits filons quartzeux (sommet de la montagne de Jara).

La baryte sulfatée laminaire, blanc-jaunâtre, se trouve en filons dans le grès rouge proprement dit, et dans les grès schisteux, quelquefois accompagnée de cuivre carbonaté vert et bleu. Ces filons ont depuis quelques millimètres jusqu'à 0$^{m}$,50 d'épaisseur, s'étendent peu et s'enchevêtrent fréquemment les uns dans les autres (vallée de Baigorry, basse montagne au sud de Castelnau-de-Durban, environs de Bielsa, dans la vallée de la Cinca).

Le seul fossile observé dans ce système est une coquille bivalve restée indéterminée, trouvée dans un calcaire compacte, subordonné au grès schisteux du vallon de Galza-Garrico-Erreca, entre la montagne d'Ustelleguy et Bidarray.

Quant à l'ancienneté relative du grès rouge, de Charpentier fait remarquer qu'il repose immédiatement sur le terrain de transition, ou en son absence sur le terrain primitif, et que, par conséquent, il est le dépôt secondaire le plus ancien de la chaîne. « Le terrain » de grès rouge, dit-il (p. 434), se rencontre sur les deux versants » de la chaîne des Pyrénées. Celui du versant méridional forme une » bande assez continue qui, depuis la vallée de la Cinca jusqu'à » l'Océan, est peu éloignée du faîte de la chaîne centrale, et même

» l'atteint en plusieurs endroits. Il est vraisemblable qu'il constitue » une partie des montagnes de la région inférieure des vallées espa- » gnoles. Le grès rouge du versant septentrional n'offre pas à beau- » coup près la même continuité, et on ne le rencontre qu'en masses » isolées, situées sur les chaînons de montagnes qui séparent les » vallées. A l'exception d'un petit nombre d'endroits de la basse » Navarre, je ne l'ai jamais trouvé dans les vallées françaises, cir- » constance remarquable qui tient au peu d'épaisseur de ce terrain » que des dénudations auraient détruit lors de l'excavation des » vallées. Le grès rouge atteint sa plus grande élévation à la mon- » tagne de la Lary, non loin du Mont-Perdu où il est à 1100 toises, » et appartient à la bande méridionale. »

Sur la carte géologique de la France, le grès rouge précédent est marqué comme *grès bigarré t'*, et présente, au pied du versant nord, des lambeaux plus ou moins étendus. Le plus considérable est celui de la Bastide de Seron à Saint-Girons ; un autre se voit à l'ouest de cette ville, à la montagne de Balague ; un troisième au nord de Saint-Béat, et quelques-uns sont indiqués entre la rive gauche de la Garonne et la vallée de la Neste, autour de Sarrancolin. Sur le versant méridional, une bande étroite est tracée à la jonction du terrain de transition et de la craie, depuis la rivière de Noguera-de-Tor près d'Irgo, jusqu'au delà de Bielsa. Plus à l'ouest, depuis la base du Pic-du-Midi de Pau jusqu'à Saint-Jean-Pied-de-Port, Saint-Jean-de-Luz et Tolosa, le grès bigarré occupe des surfaces montagneuses très considérables, reposant sur le terrain de transition et limité au nord et au sud par des roches rapportées à la formation crétacée, excepté entre Lanz et la rivière d'Urola où ce sont des roches jurassiques qui forment cette limite. Les détails descriptifs que nous possédons sur ce grand ensemble de dépôts sont encore peu nombreux.

Nous devons à l'extrême obligeance de madame Dufrénoy la communication du texte manuscrit, complétement terminé par son mari, de la partie du tome III de l'*Explication de la carte géologique de la France* dont il avait été chargé, et dans laquelle nous avons puisé ce qui se rattachait à notre sujet actuel. Ce qui suit est donc la reproduction littérale du travail du célèbre auteur dont la science déplore la perte récente. Bien que nous n'ayons pas de données précises sur l'époque de sa rédaction, certains détails nous font présumer qu'elle remonte à près de vingt ans.

« Il existe dans quelques vallées des Pyrénées, mais surtout à

» l'extrémité occidentale de cette chaîne, dit Dufrénoy, un grès de » couleur rouge, schisteux et micacé, entièrement analogue par » ses caractères extérieurs avec le grès bigarré. Des marnes de » couleurs variées, souvent rouges, mais quelquefois vertes, alter- » nent avec ce grès et complètent l'analogie que nous venons » d'indiquer. Du reste, aucun caractère certain ne dévoile son » âge ; il ne contient pas de gypse comme le grès bigarré de l'Al- » sace ; il n'alterne point avec du muschelkalk ; enfin nous n'avons » pu y découvrir un seul fossile, malgré les recherches les plus » minutieuses. Cette omission complète de circonstances caracté- » ristiques du terrain de grès bigarré, quelque singulière qu'elle » paraisse, ne fournit pas cependant une objection sérieuse contre » la classification que nous adoptons pour ce grès. Elle se repro- » duirait avec la même force pour toute autre association. » M. Coquand, qui s'est voué depuis deux ans à l'étude des » Pyrénées, a annoncé dernièrement à la Société géologique (1) » que cette formation appartenait au terrain de transition ; mais il » n'a cité aucun fait positif à l'appui de son opinion, que nous » sommes du reste loin de rejeter. Toutefois, nous ferons remar- » quer que, dans le cas où la formation que nous avons coloriée » sous le nom de grès bigarré serait associée définitivement au » terrain de transition, elle devrait en constituer une assise supé- » rieure qui correspondrait soit au *terrain silurien*, soit à l'*old* » *red sandstone* des géologues anglais. En effet, ce grès repose » toujours sur le terrain de transition bien caractérisé, et dans » plusieurs localités la superposition est transgressive ; de plus, » il existe fréquemment, à la séparation des deux terrains, des » couches de poudingue qui annoncent un retour de causes de » transport, comme cela a lieu au commencement de chaque for- » mation. On observe ces poudingues au col de Saint-Engrave, » à l'ermitage de Notre-Dame de Pinède, dans la région supé- » rieure de la vallée d'Ossau, dans celle de Laurhibarre. Enfin » dans celle de Baigorry, où, d'après de Charpentier, presque » toujours une puissante couche de poudingue repose immédia- » tement sur le terrain de transition et forme la base du grès » rouge (2) ; entre Larrau et Roncevaux, cette séparation est mar-

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, vol. IX, 1re sér., p. 221, 1838.
(2) *Essai sur la constitution géologique des Pyrénées*, p. 428.

» quée par un grès qui contient à la fois des galets de quartz noir » et de schiste vert, roches appartenant toutes deux au terrain de » transition; il s'est donc écoulé un temps considérable entre le » dépôt des schistes et celui du grès, et le sol des Pyrénées a » éprouvé au moins une révolution dans cet intervalle.

» La raison qui nous a porté à considérer ce grès comme appar- » tenant à la formation du trias, plutôt qu'à un étage supérieur du » terrain de transition, c'est que le grès bigarré existe dans le » massif de la Montagne-Noire, tandis que les schistes cambriens y » représentent seuls le terrain de transition. L'analogie remar- » quable que l'on observe entre les formations de ce massif et celles » de la chaîne des Pyrénées, qui ont dû être continues à une cer- » taine époque, rend naturelle notre supposition. Quant à l'objec- » tion tirée de l'absence de fossiles et de gypse dans le grès bigarré » des Pyrénées, nous ferons observer qu'il en est de même dans celui » du département de la Corrèze; cependant on ne peut conserver » aucun doute sur l'âge de ce dernier, puisqu'il repose sur le » grès houiller et qu'il est recouvert par le lias. Nous ajouterons » une circonstance, sans doute bien peu importante, mais qui » complète l'analogie, c'est que le grès des Pyrénées contient de » nombreux petits filons de baryte sulfatée, de même que le grès » bigarré de la Corrèze et de l'Auvergne, tandis qu'on n'en trouve » pas dans le terrain de transition de cette chaîne. Ces considéra- » tions nous ont engagé à maintenir la coloration que nous avons » adoptée pour le grès rougeâtre des Basses-Pyrénées; quoi qu'il » en soit, ce ne serait qu'un simple nom à changer, si notre opi- » nion venait à être modifiée, toute la formation dont nous nous » occupons en ce moment devant subir à la fois ce déplacement » dans la série. Nous avons cependant admis que le grès et le » schiste colorés en rouge de la forêt d'Irati, au sud de Larrau, » appartiennent au terrain de transition.

» Le grès bigarré se rencontre sur les deux versants de la » chaîne des Pyrénées. Celui du versant méridional forme une » bande assez continue qui, depuis la vallée de la Cinca jusqu'à » l'Océan, est peu éloignée du faîte de la chaîne centrale et même » l'atteint en plusieurs points. Sur le versant septentrional, il ne » présente pas à beaucoup près la même continuité; on le ren- » contre le plus ordinairement en masses isolées, ce qui tient à son » peu d'épaisseur; par la même raison on ne le trouve pas dans les » vallées; la seule bande un peu continue est celle qui court paral-

» lèlement à la chaîne, depuis les environs de la Bastide-de-Seron » dans le département de l'Ariège jusqu'aux portes de Saint- » Girons.

» La faible épaisseur du grès rouge ne lui permet pas de consti- » tuer à lui seul de vastes montagnes auxquelles on puisse recon- » naître des caractères de formes particulières. Cependant lorsqu'il » couronne des montagnes dont la masse est d'une autre nature, » on remarque qu'elles ont une cime aplatie, légèrement inclinée, » dont les bords sont communément coupés à pic. L'inclinaison de » ces cimes est toujours parallèle aux strates du grès.

» Outre les poudingues, les grès micacés et les argiles schisteuses » dont nous avons déjà parlé, le grès bigarré renferme des grès » blancs, composés de grains quartzeux mêlés de paillettes de mica » argentin, agglutinés par un ciment argileux blanchâtre. Ils sont » intercalés dans le grès rouge ; leur composition est du reste iden- » tique, sauf que l'oxyde rouge de fer qui colore le ciment argileux » manque dans cette variété.

» Pour faire connaître la relation du grès bigarré et du terrain » de transition, nous allons indiquer deux coupes : l'une prise dans » la vallée de l'Essera en Espagne, l'autre dans celle de Baigorry » dans les Basses-Pyrénées.

» Lorsque après avoir passé le col de Vénasque, on descend la » vallée de l'Essera, on trouve, après la ceinture dolomitique qui » entoure la Maladetta, des schistes argileux du terrain de tran- » sition. Ces schistes, entièrement analogues à ceux de la vallée de » Luchon, se prolongent jusqu'à Ancizan sans aucun changement ; » le grès bigarré leur succède immédiatement. Ses premières cou- » ches sont formées d'un poudingue composé principalement de » galets de quartz laiteux et de quartz noir ; il contient en outre » des galets assez nombreux de granite et quelques-uns de schistes » verts satinés. Les éléments de ce poudingue sont reliés par un » ciment de grès micacé très fin, analogue à celui qui forme les » couches supérieures de cette série. La stratification diffère de » celle des schistes de transition. Ces derniers inclinés de 70° vers » le S. 25° E. sont très contournés ; les couches de grès plongent » seulement de 30° vers le S. 18° O., et se dirigent par conséquent » comme la chaîne des Pyrénées. Il se représente donc dans la » vallée de l'Essera, relativement au schiste et au grès, la même » circonstance que dans la vallée d'Argelès pour le schiste et la » craie, c'est-à-dire que le grès s'est déposé sur une falaise de

» terrain de transition dont la direction avait été imprimée par le » système de soulèvement qui a succédé au terrain cambrien et à » posé la limite entre les deux assises de transition. La postériorité » de ce grès est donc bien positive, mais il pourrait appartenir, » ainsi que nous l'avons dit, au terrain silurien. Outre la différence » de stratification que nous venons de constater, on voit le pou- » dingue déposé dans les plis du schiste de transition.

» Le poudingue a une épaisseur assez considérable ; il est recou- » vert par du grès mélangé de galets quartzeux, puis par du grès » schisteux très micacé qui contient encore des fragments. Il existe » donc une atténuation continue des éléments entre les couches de » poudingue et le grès micacé. Ce terrain ne contient pas précisé- » ment des marnes, mais on y observe des couches qui se délitent » avec facilité ; elles alternent à toutes les hauteurs, soit avec le grès » à grains fins, soit avec celui qui est schisteux et micacé.

» Sur la rive droite de l'Essera, le grès n'a que peu d'étendue ; » il se termine en pointe à un quart de lieue de Villanova ; sur la » rive gauche au contraire, il a une puissance fort considérable et » se prolonge jusqu'à Castegou ; cette disposition est en rapport » avec la différence de stratification du grès et du calcaire ; la falaise » de schiste doit effectivement avancer vers le S.-O., et par suite le » grès doit se terminer promptement de ce côté.

» Le grès bigarré forme une grande partie de la vallée de Bai- » gorry ; il commence un peu au nord de Bidarray et se prolonge » jusqu'au village de Bihurietta où se trouvent les ruines de la fon- » derie de cuivre. Dans presque toute cette vallée, la séparation du » terrain de transition et du grès bigarré est marquée par des pou- » dingues, mais on les observe surtout au pied de la montagne de » Baigoura. Le schiste argileux, qui s'appuie sur du schiste micacé, » contient des macles ; il est bleuâtre, luisant et satiné. Les pre- » mières couches de grès bigarré sont à l'état de poudingue ; elles » sont formées par la réunion de galets de quartz compacte, de » schiste argileux et de roches anciennes, cimentés par une argile » ferrugineuse. Ce ciment renferme aussi beaucoup de points blancs » terreux qui paraissent provenir de feldspath altéré. Les galets de » quartz qui forment la partie dominante de ce poudingue appar- » tiennent, ainsi que ceux de schiste, au terrain de transition des » environs. On voit cette roche intercalée dans les schistes de la » vallée de Baigorry même, dans ceux de la forêt d'Irati et du col » de Roncevaux.

» La couche de poudingue, peu épaisse, est recouverte immé-
» diatement par des grès plus ou moins fins, des grès schisteux
» micacés et des couches argileuses se délitant facilement. Les
» éléments du grès fin sont à peu près les mêmes que ceux du
» poudingue ; cependant on n'y observe que peu de roches anciennes ;
» il est principalement formé de petits grains quartzeux mêlés de
» points feldspathiques blancs et de paillettes de mica.

» Le grès à petits grains est fort commun ; il fournit dans la vallée
» de Baigorry de belles pierres de taille qui résistent très bien à la
» gelée.

» Le grès schisteux contient souvent des parties verdâtres qui lui
» donnent la plus grande analogie avec le grès bigarré de l'Alle-
» magne ; ces parties vertes, ordinairement disséminées par pla-
» ques, forment aussi des couches qui alternent avec les autres
» roches et sont également très micacées.

» On trouve dans le grès bigarré de la vallée de Baigorry du fer
» spathique en assez grande abondance ; on exploite ce minéral
» sur plusieurs points de cette vallée, notamment à Ustelleguy.
» Il y constitue de petits filons qui se contournent autour de la
» masse et se ramifient dans tous les sens, à la manière des stock-
» werkes ; aussi est-on obligé d'exploiter à la fois le grès et le
» minerai de fer. En outre, ces petits filons contiennent fréquem-
» ment de la baryte sulfatée. »

M. Leymerie (1), qui s'est rangé à l'opinion de Dufrénoy et de Charpentier, a reconnu que le grès rouge forme, le long des Pyrénées centrales, un ruban étroit, interrompu çà et là, renflé dans la vallée d'Aure et paraissant marquer la séparation des dépôts jurassiques et de transition. Plus rétréci encore dans le département de la Haute-Garonne que partout ailleurs, il se montre à Cierp, reparaît à Lez, un peu au sud de Saint-Béat, au bord de la vallée d'Aran, se relève sur le flanc nord du massif d'Argut et de Melles, et, interrompu dans la vallée de Ger, il affleure de nouveau vers Saint-Lary, dans l'Ariège. La roche est un grès rouge brique foncé, composé de grains de quartz fins, avec du mica et un ciment rouge argilo-ferrugineux ; elle se divise en dalles ou en plaquettes et passe quelquefois au schiste. Des poudingues avec des cailloux de quartz

(1) *Esquisse géognostique des Pyrénées de la Haute-Garonne*, p. 43, in-8°, Toulouse, 1858 (Extrait de la *Revue de l'Académie de Toulouse*).

blanc et parfois d'autres teintes s'y trouvent associés, et plus ordinairement recouvrent le grès en bancs épais souvent disloqués et dénudés. L'auteur n'y a point trouvé de fossiles et regarde ce système arénacé comme l'équivalent du grès bigarré.

Ce ne sera probablement qu'après une étude très détaillée des grandes masses de grès rouge de la partie occidentale de la chaîne, depuis le pic du Midi-d'Ossau jusqu'aux environs de Tolosa, que l'on pourra, et cela dans un temps encore assez éloigné, car ce genre de recherches longues et pénibles offre peu d'intérêt à la plupart des géologues, que l'on pourra, disons-nous, se faire une opinion bien arrêtée sur l'existence d'un ou de plusieurs grès rouges d'âges différents, et sur leur véritable niveau géologique. Jusque-là toute généralisation absolue nous semble prématurée et de peu de valeur.

Quoi qu'il en soit, si l'on compare la composition, la distribution et les relations stratigraphiques du trias tel que nous l'avons vu jusqu'à présent en Angleterre, dans la Lorraine, l'Alsace et la Franche-Comté, avec les caractères qu'affecte cette même formation sur le pourtour du massif central de la France et dans la région pyrénéenne, on sera frappé, dans le premier cas, de la régularité, de la symétrie et de la *comparabilité*, si l'on peut s'exprimer ainsi, qu'affectent les divers dépôts, même lorsque la série est incomplète, tandis que dans le second, leur épaisseur, leur extension, leur nature, leur discontinuité, l'absence absolue des fossiles à l'exception d'un seul point, et leur *non-comparabilité*, à de très petites distances, annoncent l'instabilité des rivages de la mer triasique et de son lit. La forme découpée des terres émergées, les mouvements fréquents de régions entières, ou bien les soulèvements et la réaction incessante des agents intérieurs de l'écorce terrestre sur une surface déjà accidentée, nous sont ici traduits par la variabilité des dépôts de la période triasique.

---

## CHAPITRE VI.

### FORMATION TRIASIQUE DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

Si l'on se rappelle ce que nous avons dit (*antè*, vol. VII, p. 159, 163, 169 et 170) de la distribution des dépôts jurassiques à la surface de la péninsule Ibérique, et si l'on jette les yeux sur les cartes géologiques que nous avons indiquées en même temps, on remarquera que notre exposition est encore applicable aux sédiments de la période du trias. Ces derniers, disposés par lambeaux discontinus, accompagnent d'une manière plus ou moins constante les autres roches secondaires suivant trois directions et constituent trois zones principales coordonnées par rapport au centre de la péninsule ou à la ville de Madrid. Ce sont les *zones nord*, *nord-est* ou *médiane* et *sud-est*, *littorale* ou *méditerranéenne*. A l'ouest, dans le Portugal, quelques autres lambeaux fort étroits semblent des jalons placés pour marquer dans cette direction une quatrième *zone occidentale*, qui limiterait le grand triangle central de la péninsule, dépourvu de dépôts secondaires.

Les recherches faites depuis (1859), par MM. de Verneuil et Collomb, dans l'Andalousie (provinces de Jaen, de Grenade, de Malaga et de Cadix), tout en modifiant profondément la répartition des formations secondaires et tertiaires de cette partie de l'Espagne, telle que nous la connaissions alors, ne changent cependant en rien nos considérations générales qu'elles tendent au contraire à confirmer, en montrant encore mieux la persistance des grandes directions auxquelles ces dépôts se coordonnent. Nous nous bornerons donc à renvoyer le lecteur aux passages précités, et nous passerons immédiatement à l'examen de ces diverses zones.

#### § 1. — Portugal.

Nous n'avions aucun écrit publié sur le trias du Portugal, mais les deux cartes géologiques de l'Europe qui parurent en 1856, l'une par sir R. Murchison et M. Nicol, l'autre par A. Dumont, y marquaient d'une manière différente la présence de cette formation. Sur

la première le trias forme une seule bande fort étroite, qui, dirigée N., S., depuis les environs d'Adego, passe à l'est de Coimbre et finit un peu avant d'atteindre le parallèle de Pombal, comprise ainsi entre le terrain de transition à l'est et les couches jurassiques à l'ouest. Sur la seconde la bande est également étroite, mais beaucoup plus étendue. Elle commence sur la côte, à l'embouchure de la Vouga, décrit à l'est une large courbe pour redescendre au sud en se rétrécissant de plus en plus jusqu'au nord de Thomar, où elle se termine. Or, dans l'incertitude où nous laissait ce double tracé, nous priâmes M. C. Ribeiro, directeur de la commission géologique du Portugal, et connu par d'excellentes études sur ce pays, de vouloir bien nous éclairer à ce sujet, et ce que nous allons dire est extrait d'une lettre qu'il a eu l'obligeance de nous adresser au mois d'août dernier.

Au-dessous de l'horizon que caractérise la Gryphée arquée à Coimbre (*antè*, vol. VII, p. 167) viennent des calcaires argileux et des marnes, d'environ 40 mètres d'épaisseur, renfermant des moules de coquilles d'espèces peu déterminables qui semblent encore appartenir au lias; mais plus bas se développe un système de couches arénacées de plus de 150 mètres de puissance totale. Sa partie supérieure est un grès grossier, siliceux, à ciment argileux, blanchâtre et en bancs de 1 à 4 mètres d'épaisseur. Les parties moyenne et inférieure sont composées de grès rouges à grains fins ou grossiers, micacés, passant les uns aux autres, mais sans conglomérats intercalés. On y trouve seulement, par places et vers le bas, des portions de couches renfermant çà et là quelques gros fragments anguleux.

Ce sont ces roches arénacées qui occupent la bande indiquée exactement sur la carte géologique de Dumont. Cette bande commence au nord et près de la ville d'Aveiro, sur la rive droite de la Vouga, borde cette même rive pendant quelques kilomètres, se dirige à l'est jusqu'à l'endroit où la route de Coimbre à Oporto traverse la rivière, se recourbe au sud, se prolonge dans cette direction, puis passant à moins de 1 kilomètre de Coimbre, se maintient au delà, toujours à l'est de la route de Thomar, trajet pendant lequel elle forme quelques sinuosités.

Entre les couches du lias proprement dit et les grès supérieurs de teintes claires, M. Ribeiro signale un dépôt local qui s'étend à 3 kilomètres au nord de Coimbre et se prolonge l'espace de 4 à 5 kilomètres au sud de la même ville. C'est une assise de

15 mètres environ d'épaisseur, composée de gres fins à ciment calcaire, très dur, d'un vert pâle, se divisant en fragments prismatiques avec la forme de briques. Les bancs ont 10 centimètres au plus de haut et alternent avec des lits d'argile marneuse de la même couleur. On y trouve de nombreux moules de coquilles acéphales et gastéropodes indéterminables. Ce dépôt est dans son ensemble parfaitement concordant avec les grès sous-jacents et représenterait les premiers sédiments jurassiques de ce pays.

A 6 kilomètres environ au nord de Thomar, le trias disparaît sous des calcaires lacustres de la période tertiaire moyenne et sous les calcaires du lias supérieur caractérisés par les *Ammonites aalensis* et *insignis*, la *Ceromya inflata*, la *Phalodomya elongata*, la *Ceromya concentrica*, etc. (1).

Les grès de teintes claires que nous avons vus occuper la partie supérieure de la série arénacée manquent aux extrémités nord et sud de cette zone et s'étendent ainsi l'espace de 10 à 15 kilomètres au nord de Coimbre, et de 30 à 45 au sud de cette même ville. Vers le milieu de l'assise se montrent quelques lits de marnes charbonneuses renfermant des débris d'*Equisetum* et d'autres tiges de plantes mal conservées. Un seul échantillon de coquille ressemblant à la *Posidonomya minuta* y a été rencontré. La grande assise du grès rouge qui vient au-dessous n'a jusqu'à présent offert aucune trace de débris organiques.

Dans la partie sud du Portugal, M. Ribeiro nous signale encore une bande de grès rouge constituant la base du terrain secondaire de l'Algarve, et dont la portion supérieure est occupée par des bancs calcaires magnésiens sans fossiles.

En résumé, dit le même savant, on peut avec quelque probabilité regarder le grès de Coimbre, placé au-dessus du grès rouge, comme représentant le groupe des marnes irisées, et le grès rouge lui-même,

---

(1) Nous devons faire remarquer que ces espèces citées par M. Ribeiro appartiennent, dans le reste de l'Europe, à des niveaux très différents de la formation jurassique. L'une d'elles même, la *Pholadomya elongata*, est néocomienne. La *Ceromya inflata* est du Kimmeridge clay, la *Ceromya concentrica* est du Kelloway-rock, à moins que l'auteur ne la regarde comme synonyme de la *C. bajociana*, d'Orb., de l'oolithe inférieure, ou que ce ne soit la *Lutraria elongata*, Münst. (*Pleuromya*, id., Ag., *P. subelongata*, d'Orb.)? L'*Ammonites aalensis* est de la base de ce dernier étage, de sorte que l'*A. insignis* serait réellement le seul fossile du lias supérieur.

le grès bigarré. Quant aux grès de l'Algarve et aux calcaires qui les surmontent, il est également probable qu'ils représentent les dépôts triasiques dont nous parlerons ci-après dans le midi de l'Espagne.

Le trias repose sur les schistes cristallins, depuis les environs d'Aveiro, sur la rive droite de la Vouga et sur les schistes cambriens le long de sa rive gauche, l'espace de quelques kilomètres. Ils recouvrent ensuite les dépôts carbonifères dont la direction est très différente, car ils viennent du N.-N.-E., tandis que le grès rouge au sud de la Vouga, court du N. quelques degrés O. au S. quelques degrés E. Les couches houillères passent sous les grès du trias aux environs de Bussaco, pour reparaître à 2 lieues au sud, et être représentées au sud-sud-est ou au sud-est, par quelques couches de grès et de conglomérats, constituant ainsi un lambeau peu étendu et sans importance.

### § 2. — Espagne.

Le trias de l'Espagne, considéré dans sa hauteur, ne se divise pas toujours en trois termes distincts. Tantôt, dit M. de Verneuil (1), il est réduit à une seule masse très puissante, composée d'argiles et de marnes rouges, panachées, gypsifères, salifères, avec quelques bancs subordonnés de calcaire plus ou moins argileux et magnésiens, comme en Andalousie ; tantôt il comprend à sa base des grès et des conglomérats d'une épaisseur considérable, à sa partie moyenne des calcaires, et vers le haut des argiles ; il ressemble alors au trias normal, et c'est ainsi qu'il se montre dans les provinces du centre et de l'est (Calatayud, Guadalajara, Teruel et Valence). Ailleurs d'autres calcaires dolomitiques recouvrent ces argiles, et la série semble être alors composée de quatre termes au lieu de trois. Mais leur distinction ne repose que sur des caractères pétrographiques, les fossiles étant trop rares pour servir utilement à les faire reconnaître, et le petit nombre des espèces que l'on peut citer provenant pour la plupart des calcaires non magnésiens de la partie moyenne de la formation. Envisagées dans toute l'étendue du royaume, ces roches sont sans doute très variables, mais on peut dire, d'une manière générale, que les grès dominent dans le nord, les calcaires vers le centre et les argiles au sud.

(1) *Notes inédites*, 1859.

Nous examinerons actuellement chacune des trois *zones* indiquées ci-dessus, en commençant par celle du nord.

Zone nord. Versant sud des Pyrénées.

Lorsqu'on se dirige de l'E. à l'O., on voit que la zone triasique du nord de l'Espagne comprend d'abord les lambeaux que nous avons déjà signalés sur le versant méridional des Pyrénées, d'après de Charpentier et la carte géologique de la France. On la trouve au nord de Baga, au sud-est d'Urgel, au pied des montagnes qui bordent la rive gauche de la Sègre, puis de la vallée de la Nogera de Tor jusqu'à la pente orientale du Mont-Perdu, enfin, au sud même du massif, à partir de la base occidentale du pic du Midi-d'Ossau jusqu'au nord-ouest de Tolosa, où la zone est interrompue par des roches jurassiques et crétacées. Nous ne possédons d'ailleurs aucune description un peu circonstanciée des caractères et des relations stratigraphiques de ces grandes assises arénacées rouges de la Navarre et du Guipuscoa (1).

Remarques générales sur les deux versants de la chaîne cantabrique.

Plus à l'ouest, dans la province de Santander, l'esquisse géognostique d'Ezquerra del Bayo (2), qui résumait en 1850 à peu près tout ce que l'on savait alors sur la géologie de la péninsule, montre une bande assez large ou plutôt une sorte d'ellipse allongée, composée de roches rapportées au grès bigarré (*Bunter-Sandstein*), courant de l'E. à l'O., depuis le méridien de Santander, jusqu'à la vallée supérieure de l'Esla dans les Asturies, et atteignant ainsi l'axe de la chaîne cantabrique pour s'étendre ensuite sur une partie de son versant nord (3).

---

(1) Voy. *antè*, vol. VII, p. 170. — Voy. aussi : J. Aldama, *Apunte geogn.-mineros de la provincia de Huesca y parte de la de Zaragoza* (*An. de minas*, vol. IV, p. 191, 1846).

(2) *Geognostische Uebersichts-Karte von Spanien*, 1850 (*Neu. Jahrb.*, 1851, pl. 1. — *Explication de cette carte*, par M. G. de Léonhard (*Ibid.*, p. 39). — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 406, 1850. — Voy. aussi : H. Moritz Willkomm, *Die Strand und Steppengebiete der Iberischen Halbinsel und deren Vegetation*, in-8°, avec une carte géologique et botanique, 1853, Leipzig.

(3) Après un premier voyage exécuté au printemps de 1850, M. de Verneuil disait aussi : L'existence en Espagne du système permien est encore un problème, car aucun fossile de cet âge n'y a été rencontré, et les rapprochements proposés à cet égard ne reposent que sur des analogies de roches et quelques données stratigraphiques. Le trias, quoique également dépourvu de fossiles, y est mieux connu : du pied sud des Pyrénées, il peut être suivi dans les provinces de

Par suite des recherches entreprises et continuées avec tant de persévérance par M. de Verneuil, accompagné de MM. Collomb et de Lorière, et de celles du savant ingénieur espagnol don Casiano de Prado, cette bande elliptique a pris une toute autre forme sur les limites des provinces de Santander, de Palencia et de Burgos. On peut en juger d'après la carte géologique de l'Europe, de MM. Murchison et Nicol, et mieux encore d'après celle d'A. Dumont, dont les tracés ont été faits d'après la carte encore manuscrite des géologues que nous venons de citer. Nous avons déjà donné quelques détails sur la disposition relative des couches crétacées, jurassiques, triasiques et carbonifères de cette région (1); il ne nous reste qu'à les compléter ici en ce qui concerne plus spécialement la formation qui nous occupe.

Prise dans son ensemble, la surface du trias, sur les flancs de la chaîne cantabrique, affecte la forme générale d'un rhombe dont les quatre côtés sont profondément découpés et sinueux, à cause des contours également très découpés des dépôts crétacés à l'est et au sud, des dépôts carbonifères à l'ouest, et des dépôts jurassiques au nord. Plusieurs îlots appartenant à ces derniers s'observent même vers le centre de l'espace triasique, que traversent, à peu près par son milieu, la route de Reynosa à Aguilar del Campo, et le canal de Castille. L'angle nord-est du rhombe est séparé du reste de la figure par une bande crétacée, qui, venant de l'est, remonte ensuite au N.-N.-O. En dehors de cette disposition générale, le côté nord du rhombe se prolonge encore au N.-O. par une bande fort étroite, jusque sur le bord de la Deba non loin de Casa-Maria, et, sur la route de Reynosa à Santander, une autre bande arquée, dirigée E., O. paraît être complétement isolée et entourée de roches jurassiques.

Nous remarquerons que les deux côtés opposés les mieux tracés de notre figure géométrique sont sensiblement alignés N.-O., S.-E. et indiqueraient une disposition qui doit relier physiquement les terrains qu'elle embrasse avec ceux de la zone secondaire médiane ou du nord-est. L'axe de la chaîne cantabrique éprouve d'ailleurs une dépression assez sensible en cet endroit, puisque le col que franchit la grande route de Santander à Reynosa ne dépasse pas

---

Santander, des Asturies, puis des deux côtés de la chaîne Cantabrique (*Rep. 20th meet. brit. Assoc. at Edinburgh*, p. 108, 1850, Londres, 1851).

(1) *Anté*, vol. V, p. 42-48, et vol. VII, p. 173.

840 mètres d'altitude. A l'ouest de cette dernière ville, les portions les plus élevées de la Sierra de Sejos, au-dessus de Barruelo, de même qu'au-dessus d'Orbo offrent des masses considérables de poudingues à cailloux de quartz hyalin qu'on aurait pu prendre pour des roches crétacées, analogues à celles du Pic d'Urbion, mais qui ont été rapportées au trias par M. C. de Prado (1). Leur altitude dépasse 1200 mètres, et au sud de la route d'Aguilar del Campo à Madrid, le trias ne s'élève pas au-dessus de 895 mètres (2).

Dans un compte rendu très sommaire de ses excursions en 1855, M. Casiano de Prado (3) a tracé la ligne de séparation du trias et des couches carbonifères, sur la limite des provinces de Palencia et des Asturies, ligne qui correspond à celle de la province de Santander, et qui est fort irrégulière, parce que du versant nord de la Peña-Labra elle se dirige à l'E.-N.-E. en décrivant une courbe jusqu'au Pic-de-Cordal, etc. La carte géologique de la province de Palencia (4), exécutée par le même ingénieur et jointe à cette note, fait voir que, dans la partie occidentale, règne le système carbonifère, au sud, la craie, et que quatre lambeaux jurassiques à contours découpés sont distribués à la surface du trias. A l'ouest de Reynosa, la crête flexueuse de la Peña-Labra, limite de la province de Santander, est triasique jusque non loin de Salceda. Province de Palencia.

Le mémoire explicatif qui doit accompagner cette carte n'étant point encore publié, M. Casiano de Prado a eu l'obligeance de nous adresser, vers la fin de 1859, les renseignements suivants, qui pourront y suppléer pour notre sujet.

Sur le versant méridional de la chaîne cantabrique, dit-il, le trias commence à 6 kilomètres à l'est de Cervera de Rio-Pisuerga, dans la province de Palencia, et prend un grand développement dans celles de Santander et de Burgos, où il se montre dans les parties les plus élevées de la chaîne jusqu'à 2130 mètres d'altitude. Il est presque exclusivement composé de grès recouverts par places de quelques îlots rapportés au muschelkalk, et que ne surmontent nulle part des dépôts que l'on puisse assimiler aux marnes irisées.

La couleur rouge domine dans ces grès ; quelquefois ils sont

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XI, p. 683, *nota*, 1854.
(2) De Verneuil et de Lorière, *Tableau des altitudes prises en Espagne pendant l'été de* 1853 (*Ibid.*, p. 706, 1854).
(3) *Memoria que comprende los trabajos verificados en el año de* 1855, par D. G. Schulz, p. 9, Madrid, 1858.
(4) Ibid., *Mapa geologico de la provincia de Palencia*, 1856.

blancs, plus rarement verts, gris-bleuâtre, jaunâtres ou noirs, à grains fins et parfois un peu micacés ; ils fournissent d'excellents matériaux de construction et des pierres à aiguiser. Accidentellement terreux, ils ressemblent alors aux marnes irisées. Souvent ils contiennent des cailloux roulés de quartz, de quarzite et même de lydienne. Parmi ces strates, on en observe vers le haut de la chaîne qui sont composés de conglomérats avec des cailloux de quartz blanc, et employés pour la confection des meules de moulins. La partie supérieure de la Peña-Labra, à 2000 mètres d'altitude, est formée par cette dernière roche. Les calcaires manquent dans cette série arénacée, et ce n'est qu'à Salinas que l'auteur en a observé quelques bancs minces avec d'autres de schistes noirs tendres.

Sous ces grès viennent, dans quelques localités, des argiles schisteuses noires ou rouges assez puissantes, comme à Cuena, à une lieue au sud d'Orbo et au pied de la Peña-Labra où elles se confondent avec celles de la formation carbonifère sous-jacente. Les grès sont accidentellement accompagnés de gypse, et même il s'en échappe des sources salées. Près de Becerril del Carpio, sont des couches de lignite, renfermant des troncs d'arbre parmi lesquels plusieurs proviennent de grandes monocotylédonées (Palmiers?) Ce sont avec les traces de fucoïdes les seuls restes de fossiles observés dans ce système.

Au-dessus on rencontre des calcaires, qui manquent sur les points élevés de la contrée où les grès et les conglomérats existent seuls. On y trouve associés quelques lits de marnes endurcies ou de schistes marneux. La puissance totale de l'assise ainsi composée est de 30 à 40 et même 50 mètres. Par places les calcaires sont sub-saccharoïdes, scoriacés ou caverneux ; ailleurs ils sont à grains fins, ou bien compactes, gris-clair ou foncés, quelquefois noirs et fétides, le plus souvent jaunâtres. Dans ceux qui affectent cette dernière teinte, M. Casiano de Prado a rencontré des traces de fossiles peu déterminables près d'Orbo, au bord de la rivière Buagon, à Becerril del Carpio, à Aguilar del Campo et à Quintanaluengo, près de Cervera de Rio-Pisuerga. Dans la première de ces localités, il a pu reconnaître cependant le *Pleurophorus Munsteri* ou une espèce voisine et la *Myophoria orbicularis*. Cette dernière provient de Becerril, et à Quintanaluengo on a rencontré deux individus assez complets d'une Avicule plus petite que l'*A. socialis*, mais qui s'en rapproche assez par l'ensemble de ses caractères.

La plus grande étendue qu'occupe, d'une manière continue et régulière, le trias de la province de Palencia, se trouve dans la sierra de Redondo et dans celle de Branosera qui la séparent de la province de Santander, depuis la Peña-Labra jusqu'au Puerto de Pozazal, et qui en même temps forment la ligne de partage des bassins de l'Èbre et du Duero. La sierra de Redondo se dirige du N.-O. au S.-E. l'espace de 10 kilomètres, depuis la Peña-Labra jusqu'au Pico-de-Sal de la Fuente. Les couches plongent de 20° au N.-E. Cette petite chaîne se replie ensuite vers l'E., prend le nom de sierra de Branosera et disparaît à 20 kilomètres de son origine. Ici les couches plongent au N. sous des angles de 20° à 30° et même 40°; mais, lorsqu'on les suit pendant quelques kilomètres vers le N., dans le bassin de l'Èbre, on les voit plonger en sens inverse. Au delà, dans la province de Santander, le trias prend aussi un grand développement et devra être étudié ultérieurement.

Dans la région qui nous occupe, M. C. de Prado a observé des directions assez différentes, bien que le plus grand nombre soient comprises entre l'O. et le N.-O. L'inclinaison, généralement assez faible, est au N. et au N.-E. Dans quelques localités, surtout lorsqu'on descend vers la plaine, on trouve les couches horizontales ou plongeant vers des points opposés; elles forment même des bombements en voûtes. Les soulèvements ont été accompagnés d'affaissements irréguliers, et c'est seulement ainsi que l'on peut expliquer l'existence de couches verticales, dirigées E., O. ou N., S., tandis que dans leur voisinage immédiat on en voit qui sont demeurées horizontales. Le savant ingénieur fait observer, en terminant, que presque toujours les couches paléozoïques de l'Espagne sont redressées et disposées de telle sorte qu'il est quelquefois assez difficile de reconnaître celles qui dans l'origine se trouvaient au-dessus ou au-dessous; dans les terrains moins anciens, cette circonstance n'a presque jamais lieu, et, pour le trias en particulier, les strates, ordinairement peu inclinés, peuvent être suivis dans toutes les directions et sur de grandes étendues lorsqu'ils sont à découvert.

Au nord-ouest du trias de la chaîne cantabrique dont nous venons de parler, dans le prolongement exact du côté nord du rhombe qu'il occupe, nous voyons paraître, au delà des dépôts carbonifères du bassin de la Sella, des marnes panachées et des grès, au nord d'Oviedo, autour d'Avilés, de Gijon et de Villaviciosa, formant une large zone allongée dans le même sens, limitée au nord, le long de la côte, Asturies.

par des roches jurassiques, en partie au sud par des couches crétacées (1), et dans les autres directions par les roches carbonifères et dévoniennes.

En 1837, M. D.-G. Schulz (2) décrivit ces marnes et ces grès en les rapportant aux marnes irisées (*Keuper*). Plus tard, en traitant des autres terrains des Asturies, il revint à diverses reprises sur ce sujet. Mais, sans nous arrêter à ces publications successives, nous passerons de suite à ce qu'il en a dit dans un excellent travail, que ce savant ingénieur a donné en 1858, et où se trouvent nécessairement compris tous les résultats acquis à la science par ses longues études (3).

Il n'y a, dit-il, dans les Asturies ni système permien ni groupes moyen et inférieur du trias, mais les marnes irisées y affectent les mêmes caractères que dans les contrées les plus classiques sous ce rapport. Elles se composent, en grande partie, de marnes argileuses, le plus ordinairement rouges, souvent aussi vertes ou jaune-clair. On y observe de nombreux bancs de grès subordonnés, de couleurs variées comme les marnes, mais moins vives. Ce groupe supérieur de la formation s'étend depuis Avilés, à l'ouest, jusqu'aux environs de Rivadesella à l'est, et de Gijon au nord, à Langreo, ou mieux jusqu'à la vallée du Nalon au sud. Mais il n'occupe en réalité que les deux tiers environ de ce triangle rectangle, et de plus une vingtaine d'îlots de diverses grandeurs, dont 6 même sont fort petits. Tous sont indiqués aussi avec beaucoup de soin sur la carte de M. Schulz, où l'on voit marquées les diverses formations qui existent dans le même espace, les unes plus anciennes interrompant

(1) *Antè*, vol. V, p. 28. — Vol. VII, p. 173. Des observations plus récentes, et surtout le travail de M. Schulz dont nous allons parler, ont modifié la distribution des dépôts jurassiques et crétacés, telle que nous l'avions indiquée. Nous renverrons donc aujourd'hui le lecteur à ce dernier ouvrage pour qu'il puisse rectifier et compléter ce que nous avons dit à cet égard.

(2) *Bull.*, 1re sér., vol. VIII, p. 326, 1837. — *Reseña geognostica de la provincia de Asturias*, p. 14, in-8°, Madrid, 1838. — *Anales de minas*, vol. I, 1840. — *Vistazo geologico sobre la Cantabria* (*Anales de minas*, vol. IV, p. 133, 1845). — *Bolet. of. de minas*, 1845, p. 461. — L'*Institut*, 2 déc. 1847. — Voy. aussi : A. Buvignier, *Bull.*, 1re sér., vol. X, p. 103, 1839.

(3) *Descripcion geologica de Asturias*, p. 96, petit in-4° avec atlas comprenant une carte géologique de la province d'Oviedo, une carte topographique et une planche de coupes, Madrid, 1858.

ces îlots dès l'origine, les autres plus récentes ayant recouvert les marnes irisées qui se continuent au-dessous d'eux.

Les couches les plus anciennes qui interrompent ou limitent ces marnes sont celles de la période dévonienne, situées pour la plupart au nord-ouest, dans le voisinage de Gozon, d'Avilés, de Carreño, de Corvera et de Llanera, puis celles de la période carbonifère au sud et à l'est. Les strates qui les recouvrent sont ceux du lias au nord, du lias et de la craie au sud, et en outre les dépôts quaternaires dans diverses vallées. Les coupes 8 et 9 de la planche 1re montrent très bien les relations des marnes irisées avec les unes et les autres, entre Gijon et Langreo et entre Avilés et Pajares. Des grès gris ou rouges sans fossiles, qui affleurent au nord d'Onis et de Robellada à Cabralés, dans la vallée longitudinale des Asturies, sont encore d'un âge incertain et ont été coloriés provisoirement comme crétacés.

Dans le massif occidental d'Avilés, de Gozon et de Corvera, les marnes irisées reposent directement, mais à stratification discordante, sur les roches dévoniennes. Elles sont tendres, arénacées, verdâtres, panachées de diverses teintes parmi lesquelles le rouge domine. On y trouve quelques bancs endurcis, plus fréquents et plus étendus vers Llanera et surtout à Taujo, Ferrones et la Miranda où elles recouvrent le système carbonifère (1). Leur maximum d'épaisseur n'est pas connu, mais, à en juger d'après les *barrancos* ou ravins profonds qui les coupent sur des points où elles sont presque horizontales, il doit dépasser 70 mètres. Sur d'autres où elles sont redressées, cette puissance ne serait pas moindre de 300 mètres. La disposition des marnes, comme celle des couches dévoniennes et carbonifères, prouve que ces dernières ont été partiellement dérangées depuis le dépôt des premières, et que ces dislocations n'ont point affecté les marnes irisées en totalité, ni même dans la plus grande partie de leur étendue.

M. Schulz fait remarquer, en citant de nombreux exemples à l'appui, que l'on trouve dans ce pays les marnes irisées horizontales sur le système carbonifère, presque au niveau de la mer, aussi bien qu'à 400 mètres au-dessus. Il résulte aussi d'autres considérations et d'autres exemples que leur puissance totale ne dépasse pas

(1) Voy. aussi : *Plan général des mines de charbon de Ferrones et de Santo-Firme*, par MM. Adrien Paillette et Restituto Alvarez Buylla, une feuille (sans date).

300 mètres. Elles ont été dénudées sur beaucoup de points jusqu'au niveau de la mer, et elles se prolongent souvent au-dessous, tandis que dans d'autres localités elles atteignent une altitude de 500 mètres. La coupe de la petite vallée de la Feya (pl. 1, fig. 8) fait voir en outre que les marnes irisées ont été soulevées après les dépôts crétacés qui les recouvrent, et la vallée de Sariego, située à l'est et dont le fond est occupé par le trias, est une vallée de soulèvement.

Quoique dans le plus grand nombre des cas les marnes irisées des Asturies se présentent avec les caractères généraux qui leur sont habituels dans le reste de l'Europe, il y a quelques points cependant, comme dans le massif de Villaviciosa, dans le district de Cabranes, aux environs de Siero et de Langreo, où elles affectent un aspect assez différent. Autour de Villaviciosa la masse principale consiste en bancs épais de marne d'un rouge sombre appelée *corea*, presque toujours de même teinte et sans bancs de grès subordonnés. Par places la roche présente des taches vertes ou jaune clair de forme lenticulaire. Ailleurs des grains de quartz y sont disséminés (la Peña de Singla). Dans la partie sud de Cabranes, surtout à Castiello et à Tarazo, la roche est une arkose très euritique, chloriteuse, se désagrégeant facilement et appelée *cascayo*. Ses teintes vives et variées de blanc, de violet, de vert, de jaune et de gris, sont mélangées sans ordre, et dans la masse se rencontrent des cailloux de porphyre altéré.

Entre Vinon et Sainte-Eulalie de Cabranes, les marnes, sans perdre la régularité de leur stratification, ont une légère inclinaison au S. et sont changées en une roche arénacée, argileuse, dure et sonore, un peu porphyroïde, résultat dû sans doute à l'action métamorphique des diorites et des porphyres qui se rencontrent entre Vinon et Puerta. Cet aspect particulier du groupe s'étend depuis le nord de Sainte-Eulalie jusqu'à l'est de Giranes, et au nord jusqu'à la Soma, en se confondant sur le côté méridional de cette chaîne avec les couches carbonifères également métamorphisées par le grand dyke de porphyre argileux et euritique qui constitue toute la cime de la Soma.

Dans la région de la Riera on voit, à la base des marnes irisées, un banc puissant de poudingue calcaire qui pourrait être exploité comme marbre. Le passage d'Entrepenas est formé par cette roche au-dessus du ruisseau de Pivierda. A l'ouest, ce poudingue correspondrait à la partie supérieure du grès rouge à gros grains de Villaescusa, qui appartient encore au même groupe et repose direc-

tement sur le système carbonifère. Peut-être pourrait-on voir dans cette assise un représentant du trias inférieur ou bien un rudiment du système permien, non-seulement sur ce point, mais encore aux environs de la chapelle du Salut del Carmen, au sud de Lierès, à Feleches dans Siero, où elle est aussi en contact immédiat avec les couches carbonifères du centre et en stratification concordante. Mais M. Schulz n'insiste pas sur ces rapprochements ; il pense qu'en réalité ce n'est qu'une modification des marnes irisées, en rapport avec certaines circonstances locales particulières, et aucun fossile ne vient en effet appuyer l'opinion contraire.

La concordance des marnes irisées avec les dépôts carbonifères se voit encore au sud de Riaño sur le territoire de Langreo, et plus spécialement dans celui de Colunga où les deux formations semblent passer de l'une à l'autre. Elles se confondraient même tout à fait sans la présence d'un poudingue calcaire de couleur cendrée, peu épais, qui les sépare au sud de la Riera, sur une étendue de plus d'une demi-lieue, et qui diffère du poudingue rouge précédent. Ce dernier plus épais court aussi dans une direction qui n'est point la même. Le banc ou filon d'hématite rouge, qui est au sud de Colunga, paraît se trouver à la fois en contact avec les deux poudingues calcaires.

Les gisements métallifères sont peu nombreux dans les marnes irisées des Asturies. Sur la limite du territoire de Ferrones, à deux lieues au sud-est d'Avilés, est une masse de minerai de cuivre, composée en grande partie de carbonate vert et bleu mélangé d'ocre et de sable. Elle ne constitue, à proprement parler, ni un filon, ni une couche, mais elle semble résulter du remplissage d'une vaste poche ou cavité de la roche. A Breceña, à une lieue au sud-est de Villaviciosa, on voit plusieurs filons de baryte dans la marne rouge-foncé (*corea*). Quelques mouches de carbonate de cuivre, qu'on y voit disséminées, ont à diverses époques provoqué des recherches toujours infructueuses. D'autres filons de baryte se trouvent dans le cerro appelé Cumbre de Torazo, à deux lieues au sud de Villaviciosa et dans la roche métamorphique et euritique déjà mentionnée. Au nord, à la limite du groupe et des quartzites dévoniens de Pico-Pinto, sort une source thermale très abondante, appelée *Fuencaliente*, et il y en a une autre à une demi-lieue, au sud-ouest de Villaviciosa. La source d'Avilés s'échappe du grès ordinaire des marnes irisées au lieu dit le *Focicon*.

Sur divers points le gypse se rencontre à la partie supérieure de

cette série, presque au contact du lias qui le recouvre. Tel est le gisement de Caracedo, sur la limite du territoire de Fano, à deux lieues au sud-sud-est de Gijon, et dont le gypse blanc et massif a 2 mètres d'épaisseur. On l'exploite aussi sur la pente nord du Pic del Sol, à une lieue au sud de la même ville, au pied méridional du cerro de Cualmayor, sur le territoire de la Llera, entre Villaviciosa et Colunga, puis dans quelques autres localités du district de Gijon. Mais ces exploitations n'ont qu'une faible importance industrielle.

Deux sources salées ont aussi leur origine dans la partie supérieure des marnes irisées, à peu de distance au-dessous du lias; l'une se trouve au nord de Moral, dans la grande vallée de Sariego, l'autre dans le district de Sariego-Muerto, sur le territoire de Villaviciosa. Elles ne sont point d'ailleurs assez abondantes pour que leur exploitation offre un intérêt réel.

**Comparaison du trias du rhombe cantabrique et du triangle asturien.**

Si nous comparons actuellement les dépôts triasiques décrits sur les flancs de la chaîne cantabrique, dans les provinces de Santander, de Palencia et de Burgos, avec ceux des Asturies, situés sur leur prolongement nord-ouest, mais au delà du massif carbonifère qui les sépare, nous serons frappé de leur profonde dissemblance. Celle-ci est telle qu'aucune des assises signalées dans ce que nous appellerons pour abréger le *rhombe cantabrique* ne se retrouve entre Rivadesella et Avilés, ou dans le *triangle asturien* et réciproquement. La première région semble n'admettre que des représentants du grès bigarré et du muschelkalk ou des deux groupes inférieurs de la formation, tandis que dans la seconde le groupe supérieur ou les marnes irisées seules existeraient. On pourrait donc conclure de cette circonstance qu'il n'y a eu aucune relation entre ces deux portions bien restreintes de la mer triasique, et que le massif carbonifère, qui aujourd'hui se trouve placé entre eux, se prolongeait fort loin vers le nord, de manière à les rendre indépendantes.

Il s'ensuit également que le petit bassin des Asturies était émergé pendant que se formaient les dépôts triasiques de la chaîne cantabrique, et qu'à leur tour ceux-ci ont été portés au-dessus des eaux lorsque les marnes irisées s'étendaient sur les couches carbonifères et dévoniennes des Asturies. Rien sans doute ne s'oppose absolument à cette double hypothèse, car ce pays rentre dans ce que nous avons appelé des *chaînes complexes*, et ces faits établiraient ainsi l'indépendance complète du groupe supérieur par rapport aux deux autres, et cela à une très petite distance horizontale. Cependant, si l'on tient compte des caractères de ces dépôts, de la diver-

sité des conditions dans lesquelles ils se sont formés, de l'extrême rareté et de l'absence même des fossiles dans la plupart des cas, des difficultés de l'observation directe sur certains points, et enfin de l'incertitude qui peut en résulter à quelques égards, peut-être devrait-on s'abstenir encore de toute conclusion absolue sur leurs vrais rapports.

Dans sa description géognostique du royaume de Galice (1), M. D.-G. Schulz a fait connaître des dépôts marneux, développés particulièrement dans les vallées de Lemos, de la Somoza-Mayor, de Sarria, qui se montrent aussi sur quelques autres points de la plaine du Miño supérieur, à Lugo et dans cinq ou six autres localités assez éloignées. La vallée de Lemos et de Monforte que traverse le rio Cabe est occupée, sur deux lieues de large, par des sédiments marneux et argileux en couches horizontales. Galice.

La partie inférieure de ces dépôts est composée de marnes argileuses rouges, violettes, vertes et jaunes alternantes, mais où le rouge domine. Quelquefois mélangées de sable, elles sont en bancs horizontaux de 0m,20 à 0m,80 d'épaisseur, divisés par des fentes verticales ou inclinées en divers sens. Par places, les portions exposées à l'air se désagrégent en masses irrégulières et globuleuses. Çà et là on y trouve subordonnés des bancs de grès grossiers, peu solides. Cette première assise a une épaisseur d'environ 25 mètres dans la coupe de Barrionca, à une demi-lieue au nord de Monforte. Dans la Somoza-Mayor les couches offrent les mêmes caractères, et le tout, suivant l'auteur, pourrait être rapporté au groupe des marnes irisées (*Keuper.*)

Quant à la partie supérieure de ces mêmes dépôts, moins marneuse et de teintes plus claires que la précédente, elle comprend des marnes vertes très argileuses, d'autres sableuses, mélangées de marnes et d'argile, peu solides, de 16 à 25 mètres d'épaisseur, toujours horizontales et sans fossiles; occupant le fond des vallées de Lemos, de la Somoza-Mayor et plusieurs autres points. On pourrait, dit M. Schulz, y voir le représentant de quelques parties de la formation crétacée.

Sur les deux cartes géologiques de l'Europe publiées en 1856, l'une

---

(1) *Descripcion geognostica del reino de Galicia*, p. 27, avec carte pétrographique, 1834, petit in-4°, Madrid, 1835. M. Schulz avait d'abord rapporté ces dépôts au terrain tertiaire (*Bull.*, 1re sér., vol. IV, p. 417, 1834), mais l'année suivante il revint à l'opinion que nous exprimons ici (*Ibid.*, vol. VI, p. 301, 1835).

par MM. Murchison et Nicol, et l'autre par A. Dumont, ces dépôts ont aussi été coloriés comme triasiques, mais M. C. de Prado, qui depuis a visité le pays, s'est rangé à la première opinion de M. Schulz, en les regardant définitivement comme tertiaires.

Zone médiane ou nord-est. — Travaux généraux.

La zone secondaire médiane ou nord-est est moins bien accusée à la surface de l'Espagne par les dépôts triasiques que par ceux de la formation jurassique que nous avons vus traverser du N.-O. au S.-E. les provinces de Logroño et de Soria (*antè*, vol. VII, p. 175). Dans cet espace qui sépare le pied des Pyrénées et de la chaîne cantabrique au nord du massif du Moncayo au sud de Tarazona, le trias semble manquer tout à fait, quoique des systèmes plus anciens s'y présentent ainsi que d'autres plus récents. On peut donc s'étonner de cet hiatus sur le pourtour du massif silurien allongé, qui, séparant le bassin de l'Èbre de celui du Duero, s'étend de San-Pedro à Espinosa, circonscrit par les couches jurassiques qui le recouvrent immédiatement au nord, à l'est et au sud, et par les couches carbonifères de Pineda de la Sierra à l'ouest.

Quoi qu'il en soit, ce n'est qu'à partir de la route de Tarazona à Almazan, continuée au sud-ouest par une ligne aboutissant à Atienza, que le trias offre de nombreux affleurements très compliqués, coordonnés le plus souvent aux massifs de transition contre lesquels ils s'appuient, ou bien entourés par des dépôts jurassiques, crétacés ou même tertiaires. La disposition de cette multitude d'îlots enchevêtrés avec les roches plus anciennes et plus récentes, depuis la ligne que nous venons d'indiquer jusqu'à la côte de la Méditerranée, et disséminés sur tout ou partie des provinces de Calatayud, de Guadalajara, de Teruel, de Cuenca, de Valence et d'Alicante, ne peut être bien comprise sans le secours d'une carte. Aussi devons-nous renvoyer le lecteur à la carte géologique de l'Europe d'A. Dumont, qui, tracée d'après les indications de M. de Verneuil, peut, jusqu'à la publication vivement attendue de celle de ce dernier savant, donner une idée approximative de la répartition des roches dans cette même région (1).

Sur l'esquisse géologique d'Ezquerra del Bayo (1850), un lambeau triasique était indiqué au nord de Calatayud. C'est le massif du

(1) Voy. aussi, pour la disposition relative des formations crétacées et jurassiques de ce pays, *antè*, vol. V, p. 49 et suivantes, et vol. VII, p. 178.

Moncayo, et au sud-est une large bande continue, dirigée N.-O., S.-E., depuis la route de Saragosse jusque vers Aliaga, au nord-est de Teruel, semblait devoir en être aussi entièrement composée. Mais les recherches ultérieures n'ont laissé subsister de cette indication qu'un étroit ruban accompagnant l'extrémité sud-est d'un massif de transition.

Si l'on considère le Moncayo comme l'extrémité nord de cette large zone, un îlot pour ainsi dire perdu au milieu des dépôts crétacés et tertiaires dans la province de Ségovie, sur les limites de celles de Burgos et de Valladolid, en serait vers l'ouest le dernier affleurement, ou bien la réapparition du grand massif triasique qui s'étend de Medina-Cœli à Molina de Aragon. Ce lambeau, décrit par M. C. de Prado (1), se trouve sur les territoires de Pradales et d'Honrubia, formant la Peña-Cuerno dans la Serrezuela, sur la route de Burgos à Madrid. Il est composé de grès rouge avec quelques lits d'argile. Des cailloux roulés de quartzite peu volumineux s'y montrent fréquemment. Par places la roche est tachée de blanc et de vert clair, mais on n'y rencontre point de gypse, de calcaire, de sel, de sources salées ni aucun débris organique. Les couches sont généralement horizontales. Cependant à la sortie d'Honrubia, près d'Aldehorno, elles inclinent de 25° au N.-O. et courent N.-E., S.-O. Par leurs caractères elles se rattachent au trias de la province de Palencia, située au nord, et à celui des provinces de Guadalajara et de Cuenca, au sud-est. Leur âge est déterminé par leur position même relativement au lias et relativement aux couches paléozoïques qu'elles paraissent entourer complétement. A la vérité, le lias ne se montre pas dans les environs d'Honrubia, et, d'après la carte géologique de l'auteur, ces roches de transition séparent tout à fait le trias des roches cristallines du petit massif de Villalbitta, et il en est de même sur la carte générale d'A. Dumont; mais dans une lettre que M. C. de Prado a eu l'obligeance de nous adresser au moment où ces feuilles s'impriment, nous trouvons indiquée la superposition du trias au gneiss lui-même.

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XI, p. 330, 1854. — *Memoria que comprende el resumen de los trabajos verificados en el año* 1853, par D. G. Schulz, p. 24, Madrid, 1855, avec une carte géologique de la province de Segovia, par M. C. de Prado, 1853. — *Descripcion geologica de la provincia de Segovia*, par le même (*Revista minera*, vol. IX, n° 190, p. 230, 1858).

Si de Calatayud on suit la grande route de Madrid, en remontant le cours du Xalon, on traverse d'abord les dépôts lacustres qui se rattachent à ceux du bassin du Duero, et l'on voit bientôt reparaître le trias près de Medina-Cœli (1). Il occupe tout le pays compris entre cette ville, Siguenza et Molina de Aragon. Mais quelque étendue que soit cette surface, elle n'est réellement que l'extrémité d'une grande bande, qui, suivant des contours plus ou moins sinueux, éprouvant des rétrécissements et des renflements successifs et même des interruptions momentanées, se continue au sud-est jusque dans le royaume de Valence. C'est à cette zone qu'appartiennent les calcaires fossilifères de Ciruelos, de Aguilar, de Anguita entre Siguenza et Molina de Aragon, d'Hombrados à l'E. de Molina, de Royuela à l'ouest d'Albarracin et d'Hinarejos au sud-sud-ouest de Moya. L'un des plus hauts massifs de toute cette région est celui du Javalambre. Ses cimes les plus élevées sont jurassiques, mais le trias se montre dans les anfractuosités de ses flancs, surtout dans la profonde vallée de Camarena, creusée dans des marnes et des conglomérats rouges qu'ont bouleversés des roches ignées. Dans la chaîne triasique qui sépare Layunta de Castellar et d'Hombrados, le pic de Lituero atteint 1474 mètres d'altitude et est entièrement composé de poudingues dont les cailloux se pénètrent les uns les autres (2).

Dans toute cette contrée, l'existence du trias se manifeste par des masses considérables de gypse et de sel, ou du moins par des sources salées. En général, la position des roches salifères est assez difficile à déterminer à cause des dérangements ou des modifications qu'elles ont éprouvés et qui en ont rendu la stratification irrégulière et incertaine. Ces difficultés augmentent encore en Espagne, où le sel existe aussi dans le terrain tertiaire et où, par suite de dénudations qui datent de l'époque secondaire, les couches nummulitiques et tertiaires moyennes reposent quelquefois directement sur le trias. Aussi M. de Verneuil s'est-il attaché particulièrement à l'étude des coupes qui mettent en évidence la position des calcaires fossilifères de cette formation, surmontés par les calcaires jurassiques, et, sous ce rapport, les localités de Royuela et d'Hinarejos, dont nous venons de parler, doivent être signalées.

---

(1) De Verneuil, *Notes inédites*, 1859.

(2) De Verneuil et de Lorière, *Bull.*, 2e sér., vol. XI, p. 669, 1854.

Dans les provinces de l'est de la Péninsule, suivant le même géologue (1), les formations jurassique et triasique ont une certaine analogie quant à leur distribution géographique. Les assises du trias n'occupent que des surfaces peu étendues en formant des lambeaux épars sans ordre bien apparent. Elles accompagnent souvent par des bandes étroites le Cabriel et le Jucar, n'apparaissant qu'au fond des nombreux *barrancos* qui découpent le pays, et recouvertes ordinairement par des dépôts plus récents. Ces affleurements ne se rattachent les uns aux autres que par des prolongements souterrains et ne peuvent être représentés sur une carte géologique que par une série de plaques ou de taches de formes très variées.

Dans l'ancien royaume de Valence, de Murviedro à Segorbe, et de cette ville à la sierra de Espadan, on observe cependant une surface continue de trias qui a 50 kilomètres de long sur 20 de large. Au pico de Ranera, au-dessus de Garabella, point qui atteint 1400 mètres d'altitude et domine au loin toute la contrée, le système est composé, jusqu'au sommet, de grès micacés en bancs minces ou en dalles. L'inclinaison au sud est faible, et au nord le massif présente un escarpement vertical de près de 100 mètres de hauteur. Il repose sur des quarzites dévoniens, et les grès sont recouverts de calcaires dolomitiques auxquels succèdent des argiles, des gypses, et enfin des dolomies.

Cette surface continue, limitée au nord par le cours de la rivière Mijares, s'étend à l'ouest vers Pina et Barracas. Au nord-nord-ouest de la sierra d'Espadan située entre cette rivière et celle de Palencia, le trias, longtemps masqué sous les roches crétacées du plateau élevé du Maestrazgo, qui le sépare des couches du même âge de la province de Tarragone au nord-est, reparaît près de Montalban, pour former des bandes étroites qui accompagnent le système silurien. Ce dernier, soulevé du N.-O. au S.-E., constitue deux rides allongées, séparées l'une de l'autre par les dépôts lacustres de Daroca et de Calatayud. C'est à l'extrémité nord de ces rides

---

(1) De Verneuil et Éd. Collomb, *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne*, 2 pl. de coupes et 3 pl. de fossiles (*Bull.*, 2e sér., vol. X, p. 115, 1852). — *Notice sur la constitution géologique de l'Espagne* (*Annuaire de l'Institut des provinces*, 1853).

et au point où elles rencontrent la chaîne qui borde la vallée de l'Èbre que s'élève la masse imposante du Moncayo, dont nous parlerons tout à l'heure.

Pris dans son ensemble, le trias de cette partie de l'Espagne a offert à MM. de Verneuil et Collomb ses trois termes habituels caractérisés comme il suit de bas en haut.

Le grès de la *division inférieure* d'abord quartzeux, rouge, peu micacé, passe ensuite à un conglomérat par la grosseur de ses éléments ou les galets de quartz qu'il renferme. Ces derniers, dans le voisinage de Checa, portent les empreintes les uns des autres, leurs parties concaves et convexes se correspondant réciproquement. Par la désagrégation de la roche, ils jonchent le sol de débris meubles sur des étendues considérables. Une seconde assise arénacée qui vient au-dessus est composée de bancs assez minces de grès à grains fins, micacé, rouge, avec quelques cailloux. Quoique peu solide, le grès vulgairement connu sous le nom de *rodeno* est exploité presque partout comme pierre d'appareil et pour les dallages. Dans la sierra d'Espadan à Chova, 16 kilomètres à l'est de Castillon de la Plana, on y a exploité du cobalt, du cuivre gris et du cinabre.

La *seconde division* est assimilée au muschelkalk, par suite de sa position entre les assises arénacées précédentes, qui seraient les équivalents du grès bigarré d'une part, et des marnes avec gypse et sel situées au-dessus, qui représenteraient les marnes irisées de l'autre. On trouve dans cette partie moyenne de la série triasique des calcaires presque toujours magnésiens, sans fossiles, excepté à Hinarejos, à Royuela et sur le Jucar, entre Jalance et Jarafuel, où l'on a rencontré une Avicule voisine de l'*A. socialis*, une autre petite espèce (le *Monotis Alberti*, Gold.) (1), une bivalve identique avec le *Clidophorus Goldfussi*, Dunk., etc. Ces calcaires durs, jaunâtres ou gris, un peu caverneux, grenus, cristallins, stratifiés ou non, constituent parfois des masses isolées de toutes parts, de 50 à 60 et même 80 mètres de hauteur. La plupart d'entre elles sont couronnées par les ruines des châteaux construits du temps des Maures et dont quelques-uns ont été relevés pour servir à la défense du pays pendant la dernière guerre civile, comme ceux de Cañetes et de Moya. Les autres, tels que ceux de Hinarejos, de Boniches, de Jalance, de Jarafuel,

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. X, pl. 3, fig. 2, 1852.

d'Ayora, d'Almanza, n'offrent plus à l'œil du voyageur que des amas de décombres et quelques pans de murs restés debout. L'ancienne Sagonte, aujourd'hui Murviedro, renferme les restes d'un amphithéâtre romain bâti sur une colline de calcaire dolomitique du trias.

La *division supérieure*, composée de marnes, d'argiles et de gypse, est assez développée dans la partie sud-ouest du royaume de Valence. On y exploite du sel gemme et des sources salées. Les cristaux bi-pyramidaux de quartz rouge et blanc y sont très répandus, comme dans tous les gisements analogues, ainsi que l'aragonite en prismes hexagonaux. La principale mine de sel appartenant à ce niveau, se trouve près de Minglanilla, au fond d'un ravin de 150 à 160 mètres de profondeur, non loin de la rivière du Cabriel et de la nouvelle route de Madrid à Valence. Le minéral exploité par des galeries est en masses épaisses, subordonnées à des argiles bleues et rouges. Il est cristallin, blanc et assez pur. On remarque dans les anciens travaux plusieurs grandes salles entièrement taillées dans le sel. Quelques-unes de ces excavations ayant été momentanément envahies par les eaux, leurs parois, après que celles-ci se furent retirées, ont offert des cristaux cubiques de sel qui ont jusqu'à 8 et 10 centimètres de côté. Ce système de couches, partout où il affleure, est aussi indiqué par la présence de sources (Villargordo de Cabriel) et d'efflorescences salines, mais nulle part on n'y a rencontré de traces de débris organiques.

Au pic de Ranera et sur quelques autres points, ces assises sont encore surmontées de dolomies massives, non recouvertes, discontinues et profondément ravinées en tous sens.

Cet ensemble de couches arénacées, argileuses, gypseuses et salifères, pourrait, au premier abord, être confondu avec certains dépôts tertiaires d'un aspect assez analogue, tels que ceux de la nouvelle Castille, mais les caractères de la stratification les en distinguent nettement. Ainsi, les marnes du trias sont toujours plissées, plus ou moins relevées, quelquefois même verticales, tandis que les sédiments tertiaires sont presque horizontaux. Cette discordance s'observe particulièrement aux salines de Minglanilla, dont nous venons de parler, à Villargordo de Cabriel, à Cofrentes et à Jarafuel. Mais une preuve plus décisive encore est la superposition directe des roches jurassiques sur ces argiles, à Royuela, à Hinarejos et ailleurs, ainsi que la présence au-dessous de calcaires dolomitiques avec des Avicules, et reposant sur le grès rouge micacé. A Albarracin, et près

du village de Camarena, à Checa sur la rivière de Cabrilla, on peut constater la même superposition.

Après ces divers exemples, dit M. de Verneuil (p. 121), il ne peut y avoir de doute sur le classement définitif de ce terrain rouge, évidemment antérieur à la formation jurassique. Le poudingue et le grès correspondent au grès bigarré, les calcaires dolomitiques au muschelkalk et les argiles rouges avec gypse et sel aux marnes irisées.

Dans cette même région, les grès sont plus développés que les autres termes de la série (sierra d'Espadan et pico de Ranera). Ensuite viennent, dans l'ordre de leur importance relative, les argiles rouges, plus répandues dans la partie sud de la zone, vers la province d'Alicante, où elles ne forment jamais de montagnes et occupent des surfaces planes, comme à Villena, ou bien le fond des ravins (*barrancos*). Quant au calcaire magnésien, il ne prend une certaine extension qu'entre Murviedro et Chova. Sa résistance aux agents atmosphériques, tandis que les marnes ont disparu, lui a fait prendre l'aspect et les caractères extérieurs que nous avons signalés.

Entre Cuenca et Alicante, les assises du trias ont été dérangées, mais au nord de la première de ces villes du côté d'Horea, de Checa et de Molina de Aragon, les couches sont moins inclinées, quelquefois même horizontales. Le trias, en partie recouvert par des roches secondaires plus récentes dans le plateau montagneux qui sépare du littoral méditerranéen la plaine de la nouvelle Castille, déborde souvent ces mêmes roches à l'ouest et au sud, de manière à se trouver en contact immédiat avec le terrain tertiaire (Minglanilla, Jarafuel, Cofrentes).

Les phénomènes qui en Espagne ont produit des dénudations si puissantes ont imprimé à ces régions marneuses des formes orographiques toutes particulières. Le sol est hérissé de collines qui, vues de loin, offrent l'aspect d'innombrables cônes résultant d'éruptions volcaniques. Leur nombre, leur enchevêtrement et leurs escarpements les rendent inhabitables et impropres à la culture. Elles constituent de véritables labyrinthes presque infranchissables, et si l'on ajoute que, désagrégées encore de nos jours sur leurs pentes par des pluies rares, mais torrentielles, elles sont en général dépourvues de végétation, on se fera une idée du caractère de tristesse profonde que présente ce pays aux regards du voyageur.

Enfin, MM. de Verneuil et Collomb terminent ce premier aperçu du trias de l'est de l'Espagne, en faisant remarquer l'analogie de

son aspect extérieur et de sa composition avec le groupe nummulitique de la Catalogne où les conglomérats rouges, les grès, le gypse et le sel (Cardone) sont également très développés, tandis que ces mêmes roches manquent dans les formations jurassique et crétacée qui l'en séparent.

La coupe générale de l'Océan à la Méditerranée, entre Santander au nord et Motril au sud, que les auteurs ont jointe à ce mémoire, montre le trias s'appuyant des deux côtés du massif de transition qui constitue la sierra de Sejos dans la chaîne cantabrique, au nord et au sud de Reynosa, mais d'après des recherches plus récentes tout le massif traversé par la coupe appartiendrait au trias supportant des îlots jurassiques. Le profil ne rencontre plus ensuite de dépôts triasiques que dans sa partie méridionale avant d'atteindre la sierra Nevada. La sierra de Jaen, comprise entre cette ville et la sierra d'Elvire était supposée appartenir encore à cette formation, et l'esquisse géognostique d'Ezquerra del Bayo la représentait ainsi. L'étendue superficielle relative du trias dans cette direction était de $\frac{74}{1000}$. Dans le profil de Madrid à Alicante, cette proportion se trouve être sensiblement la même. Dans celui qui s'étend aussi de la capitale de l'Espagne à la Méditerranée, ou de l'O. à l'E., elle n'est que de $\frac{55}{1000}$. Mais la construction de ces profils montre très bien que si les affleurements à la surface sont moins étendus, ils sont plus nombreux, et que les couches se continuant sous les dépôts tertiaires qui ont comblé les inégalités du sol secondaire, le trias dans ces directions doit occuper en réalité des étendues beaucoup plus considérables que dans la direction N., S. du premier profil.

L'existence du muschelkalk était plutôt présumée que démontrée puisque aucun fossile bien caractérisé appartenant à ce groupe n'avait encore été signalé, lorsqu'en 1850 MM. de Verneuil, C. de Prado et de Lorière découvrirent à Royuela, près d'Albarracin, des calcaires gris-foncé, dont les surfaces altérées présentaient des traces de corps organisés rappelant des formes du trias. Mais dans leurs voyages de 1852, 1854 et 1855 les mêmes géologues (1) ont enfin rencontré à Hinarejos et sur le rio Jucar, entre Jalance et Jarafuel (province de Valence), puis à Hombrados, à l'est de Molina de Aragon (Guadalajara), aux environs de Mora et

---

(1) De Verneuil, *Note sur les progrès de la géologie en Espagne* (*Annuaire de l'Institut des provinces pour* 1855).

de Tivisa, bien loin à l'est sur le même parallèle, dans la province de Tarragone, divers fossiles, tels qu'une Cératite voisine de la *C. nodosus*, le *Nautilus bidorsatus*, les *Myophoria lævigata* et *curvirostris*.

Travaux particuliers. — Massif du Moncayo.

Si après ces données générales sur la zone triasique médiane, nous passons aux observations particulières ou locales qui s'y rapportent encore, nous signalerons d'abord une notice de M. J.-M. Leitão (1), sur le district métallifère du Moncayo (Aragon), que nous avons vu occuper l'extrémité nord de cette même zone. Ce district, qui paraît être un de ceux dont la richesse offre le plus d'avenir, comprend les gisements d'Ateca, de Montende, de Santa-Cruz, de Framo, de Mesones, d'Aranda et de Calcena. Les principaux minerais sont la pyrite cuivreuse associée à un mélange d'oxyde de cuivre et de fer, du *Fahlerz* pauvre ou riche en argent, de la galène, généralement argentifère, du sulfure d'antimoine et du fer oligiste. A la mine de Mensula (à 854 mètres d'altitude), sur la pente orientale du Moncayo, près de Calcena, les filons traversent un grès micacé rouge, schistoïde, dont les couches inclinées en divers sens paraissent rayonner comme autour d'un centre de soulèvement. Elles s'enfoncent sous les strates jurassiques inclinés aussi, mais leur *substratum* n'est pas connu. Les roches soulevantes métallifères sont probablement les trapps qui affleurent çà et là au milieu du calcaire à peu de distance de l'exploitation.

La cime du Moncayo, où se trouvaient MM. de Verneuil et de Lorière le 2 juillet 1853 (2), est une masse arrondie qui domine au loin toute la contrée et qui est composée de grès rouge très micacé, schistoïde, probablement triasique et pénétré de nombreux filons de quartzite et de fer oligiste. A mesure que de la plaine on s'élève sur les pentes de la montagne, on voit disparaître peu à peu les crêtes jurassiques qui les flanquent au sud. Sa hauteur absolue est de 2340 mètres, et l'horizon que le regard embrasse de ce point élevé est d'une grande magnificence. Au nord, disent les savants voyageurs que nous venons de citer, les hautes Pyrénées de Bagnères-de-Luchon et de la Maladetta déployaient leurs cimes neigeuses, éblouissantes de lumière, et s'unissaient presque sans interruption avec les pics du massif du Mont-Perdu, désignés dans

(1) *Ann. des mines*, 5^e^ sér., vol. I, p. 107, 1852.
(2) *Bull.*, 2^e^ sér., vol. XI, p. 676, 1854.

le pays sous le nom des Trois-Sœurs (*las Tres Sorores*). Le Moncayo paraît être le point de croisement de deux systèmes de montagnes, dont l'un, dans la direction de Burgos vers l'O.-N.-O., offrait une suite de sommets encore couronnés de neige et parmi lesquels on distinguait les pics d'Urbion, de San-Lorenzo, dans les sierras de Piqueras et de Cebollera, tandis qu'au sud-est, et faisant un angle peu ouvert avec la chaîne précédente, se détachait la ride silurienne plus basse qui, d'Aranda, se dirige vers Cariñena et Herrera.

La pente nord du Moncayo est uniforme et rapide. La chapelle de la Vierge (Nª Sª del Moncayo), située au tiers environ de la descente, est encore à 1610 mètres d'altitude et adossée à des couches verticales de poudingues triasiques. A Saint-Martin affleurent les calcaires jurassiques.

Sur les limites de la Nouvelle-Castille et de la Manche, autour d'Alcazar, une surface assez étendue a été considérée par M. C. de Prado comme triasique et marquée comme telle sur la carte manuscrite de M. de Verneuil. Dans une coupe géologique générale de Madrid à Alicante, M. Laurent (1) a fait connaître succinctement les caractères des couches et leurs relations entre le terrain tertiaire lacustre au-dessus et des quartzites au-dessous. Une coupe détaillée d'Alcazar aux collines de Puerto-Lapiche, sur la route de Madrid à Séville, montre un lambeau de marnes irisées supportées par des assises très développées et continues de grès rouge ordinaire, auquel succède un autre grès également rouge, à gros grains et avec des galets. Ces deux derniers paraissent être relevés contre les pentes du quartzite rose et blanc fendillé. Dans la coupe générale hypothétique, l'auteur distingue ce qu'il nomme le *grès du Keuper* dont l'épaisseur, au-dessous d'Alcazar, serait de 200 à 300 mètres, d'un autre étage situé au-dessus et qu'il désigne par l'expression de *marnes irisées et de muschelkalk*, sans doute par inadvertance, ce dernier groupe, s'il existait, devant se trouver *au-dessous* du grès du *Keuper* et non *au-dessus*. Environs d'Alcazar.

Dans l'ancien royaume de Valence, qui occupe l'extrémité sud-est de la zone secondaire moyenne de l'Espagne, M. D.-F. de Botella (2) a aussi représenté le trias comme y occupant des surfaces considérables. On a déjà vu qu'il formait la sierra d'Espadan et une Province de Valence.

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. XVI, p. 553, pl. 16, fig. 1, 2, 1859.
(2) *Ogeada sobre la geologia del reino de Valencia*, p. 10, in-4°, avec carte et coupes, 1854.

grande partie de celles de Barriol, de Villafamés, de Naquera et Porta-Cœli, de Chelva et de Ranera. Les marnes irisées commencent à se montrer dans la plupart des *barrancos* ou profonds ravins de ce pays. Elles sont toujours accompagnées de masses de gypse, de sel et de sources salées, et caractérisées comme on l'a dit aussi par la présence d'une grande quantité de cristaux de quartz bi-pyramidaux. Les grès sont rouges, micacés, plus ou moins solides, durs, tendres ou friables, et passent à un grès argileux et siliceux qui ressemble aux schistes ardoises de transition.

Plus récemment encore, M. J. Vilanova (1), en concentrant ses recherches dans la province de Castellon, a eu l'occasion de revenir sur divers sujets traités par ses prédécesseurs et d'y ajouter quelques détails plus circonstanciés. Le grès du trias occupe, dit-il, dans la plaine, la base de la série; il est en bancs d'épaisseur variable, passe souvent à une roche sableuse et argileuse, d'un rouge violacé, s'altérant facilement à l'air, et avec laquelle il alterne. Au pic d'Espadan il plonge au S.-O., et quelquefois il est redressé jusqu'à la verticale. Au-dessus viennent des calcaires que l'auteur rapporte au muschelkalk. Ils sont en bancs assez épais dans les montagnes de Murviedro, dans celles de Gaibiel, au monte Bernavia, à Cirat, Villahermosa, Villafamés, au couvent du désert de las Palmas, et Agujas de Santa-Aguada, etc. Ils forment des lentilles subordonnées au grès dans la sierra d'Espadan, sur plusieurs kilomètres de longueur, depuis au delà de Chovar jusqu'à la Algimia, et se continuant probablement par les pentes de cette montagne jusqu'au mont Pina.

Les marnes irisées bien stratifiées, mélangées de gypse, couronnent la série. Le gypse se présente dans la colline qui porte la chartreuse du val du Christ, et sur la pente opposée de la vallée de Ségorbe, au pied du mont Espadan, en face des roches d'Agustinas. Il se trouve en masses intercalées dans les marnes et en couches mélangées de marnes. Le sel gemme ne s'y montre point; mais sur le prolongement de ces marnes, dans la province de Teruel, au village de Sarrion, il existe, et donne lieu à des sources salées qui, quoique peu riches, ont été exploitées.

---

(1) *Memoria geognostico-agricola sobre la provincia de Castellon*, p. 14, avec 2 cartes et 4 pl. de fossiles jurassiques, crétacés et tertiaires, in-4°, Madrid, 1859.

Les trois termes de la formation s'observent dans la sierra d'Espadan et ses dépendances, mais on ne les voit pas superposés dans la même coupe, et chacun d'eux donne lieu à des accidents topographiques particuliers. Les grès et les poudingues s'élèvent assez haut pour constituer les pics isolés et découpés d'Espadan, de las Agujas de S^te^-Agueda, del Desierto de las Palmas dont M. Botella avait donné un joli dessin (1), des montagnes de Villafames, de Borriol et de Villahermosa, tandis que le calcaire se présente en masses subordonnées (2) et que les marnes et le gypse semblent être appuyés contre les grès pour former des collines isolées, arrondies, quoique séparées par de profonds *barrancos*, comme à la Cartuja (3). L'auteur n'a d'ailleurs rencontré aucun fossile dans toute cette série et ce n'est que par l'identité des caractères minéralogiques et les relations stratigraphiques comparées dans les provinces de Cuenca et de Teruel, où des débris organiques du trias ont été observés, qu'il range dans la même formation ces dépôts de la province de Castellon.

M. Vilanova décrit ensuite l'extension géographique du trias, ses accidents orographiques et hydrographiques. Ainsi le grès bigarré est sillonné par une multitude de fentes profondes qui partent du sommet des montagnes et descendent jusqu'à leur base. Les unes se dirigent à l'O., d'autres à l'E. et au S., se réunissant au Mijares, et beaucoup, atteignant directement la Méditerranée, donnent une grande variété d'aspects aux territoires de Chilches, de Nules, de Burriana et de Villareal. Il y a des fentes, sur les versants nord et sud de las Agujas de S^te^-Agueda qui ont occasionné des effets analogues. Les pentes des montagnes de grès, quoique très abruptes, sont cependant cultivées et couvertes de cerisiers, de pruniers, d'abricotiers, de figuiers, etc. La vigne surtout y prospère et produit, outre de bons vins, des raisins très recherchés pour la table.

Le muschelkalk n'a aucun caractère orographique qui le distingue, vu son peu d'importance, mais les marnes irisées se présentent

(1) *Loc. cit.*, pl. IV, fig. 1.

(2) L'auteur indique cette disposition sous la forme d'*une sorte de dyke*, expression évidemment détournée ici de sa véritable acception.

(3) Si la coupe du pic d'Espadan donnée page 17 était exacte, les trois termes de la série seraient complétement discordants et indépendants, le calcaire étant déposé dans une cavité des grès et des poudingues et les marnes irisées étant adossées contre les tranches des couches arénacées.

sous la forme de collines ou de talus adossés aux montagnes de grès du sommet desquelles on croirait qu'elles ont glissé, en supposant qu'elles aient dû occuper dans l'origine une position plus élevée. Lorsque ces collines sont isolées, elles sont plus ou moins arrondies, et profondément sillonnées sur leur flancs par l'action des eaux pluviales.

D'après les mesures de MM. de Verneuil, Collomb et de Lorière, le grès bigarré atteint 1029 mètres d'altitude au pic d'Espadan, 1293 au pic de la Rapita dans la même chaîne, et 847 à las Agujas de Santa-Agueda. La direction générale de ces montagnes est O.-N.-O., E.-S.-E. Enfin, un chapitre particulier est consacré par l'auteur à l'examen spécial des roches de cette formation et à des détails qui auraient ici peu d'intérêt.

A six lieues au sud-sud-ouest de Valence, près du village de Carlet, situé sur le Rio-Magro, M. Vilanova (1) a découvert un affleurement du trias qui lui a présenté des circonstances particulières. Aux environs les dépôts tertiaires recouvrent transgressivement les roches crétacées. Avant d'atteindre le pied des montagnes d'Almaguer et de Mataınon, contre-forts de la chaîne crétacée d'Almanza, on trouve, à un endroit appelé Yesares, une sorte de marne bleuâtre, jaune ou rouge, qui paraît devoir ses caractères à une action métamorphique et qui passe à un calcaire compacte, en couches verticales, affectant l'aspect d'un dyke. Son épaisseur est à peine de 2 mètres et sa direction est N. 25° E. à S. 25° O. On y trouve l'*Avicula socialis* et de nombreuses empreintes de fossiles, que l'auteur se propose de faire connaître ultérieurement. Nous citerons parmi celles-ci les espèces que nous avons reconnues dans les échantillons qu'il a eu l'obligeance de nous envoyer (voy. ci-après, *Appendice*, p. 263).

Cette sorte de muraille marneuse et calcaire disparaît dans le ravin de Carlet sous une marne panachée avec gypse exploité, qui représente probablement les marnes irisées, prolongement de celles de Buñol, d'Yatova, de Turis, de Monserrat, de Real, etc. Ce sont les mêmes caractères qu'elles offrent partout dans le pays et la même absence de fossiles. Le trias de cette localité ou, mieux les marnes et le calcaire fossilifère ont été redressés à ce qu'il semble

(1) *Memoria que comprende los trabajos verificados en el año de* 1855, par D. G. Schulz, in-4°, Madrid, 1858, p. 11, pl. A, fig. 1. — Voyez ci-apres l'*Appendice*, p. 264, *Remarques sur le dernier mémoire d'Ezquerra del Bayo.*

lors de l'arrivée au jour de la roche dioritique de *les peñes negres*, phénomène qui aurait précédé le dépôt des marnes irisées avec gypse, qui d'après la coupe les recouvre de la manière la plus discordante.

Zone sud-est ou méditerranéenne.

De même qu'à son extrémité nord-ouest la zone secondaire médiane s'anastomose et se confond avec la zone nord, de même à son extrémité sud-est elle se trouve comprise avec la zone sud-est ou méditerranéenne dans le royaume de Valence où elle atteint la côte et où nous venons de la décrire depuis les environs de Castellon de la Plana jusqu'à ceux d'Alicante. Cette dernière région sépare ainsi en deux parties distinctes ce que nous avons à dire de notre troisième zone : l'une située au nord-est, qui comprend les dépôts triasiques des environs de Tortose ou de l'embouchure de l'Èbre à Barcelone, l'autre au sud-ouest qui comprend ceux que l'on connaît depuis les provinces de Chinchilla et d'Alicante jusque dans celle de Cadix. Considérées dans leur ensemble, ces trois parties sont parfaitement alignées du N.-E. au S.-O., depuis Barcelone jusqu'aux environs de Médina-Sidonia. Les dépôts crétacés et tertiaires de la province de Castellon séparent la partie nord-est de la zone triasique de la portion centrale ou du royaume de Valence, et cette dernière est à son tour partiellement séparée de celle du sud-ouest par les dépôts tertiaires du bassin du Xucar.

Partie nord-est de la zone méditerranéenne.

L'esquisse géognostique d'Ezquerra del Bayo n'indique aucun dépôt triasique dans cette contrée, au nord-ouest et à l'ouest de Tarragone où toutes les roches seraient tertiaires ou jurassiques; mais les recherches de M. de Verneuil et de ses collaborateurs sont venues étendre considérablement le domaine de la formation qui nous occupe, et de plus séparer ses dépôts d'autres plus anciens et plus récents dont les contours et les affleurements respectifs sont très compliqués et suivent de nombreux méandres.

Dans la province de Barcelone, au nord-est de cette ville, un lambeau de trias est compris entre la côte, à l'est, le terrain tertiaire moyen au nord et au sud, et la bande dévonienne sur le quatrième côté. A l'ouest de cette même ride ancienne, une surface triasique plus considérable, traversée par le cours du Llobregat, s'étend du N.-E. au S.-O., sur une longueur d'environ 12 lieues, et une largeur de 2, circonscrite à ses extrémités par les mêmes sédiments tertiaires et sur ses côtés par les roches dévoniennes. Au nord et au delà d'une troisième ride ces dernières sont encore bordées par un affleurement fort étroit de calcaire triasique, auquel succèdent immédiatement les couches tertiaires inférieures

ou nummulitiques à Collbato, au pied occidental du Montserrat (1). Au col de Cancasildo et à Villarana, règnent surtout les marnes avec gypse. Cette seconde bande de trias, dirigée comme la côte du N.-E. au S.-O., s'étend des environs de Martorell à Villafranca.

Sur la carte jointe à son mémoire, M. Alex. Vézian (2) a tracé des limites un peu différentes de celles que nous venons d'indiquer. Ainsi, au nord de Barcelone, le lambeau de trias est beaucoup moins étendu ; à l'ouest la formation ne passe pas sur la rive gauche du Llobregat, excepté en un point entre Papiol et Moline-de-Rey ; sur la rive droite elle occupe une surface assez resserrée entre ce que l'auteur nomme le *terrain schisteux* et le *terrain néocomien*. Au nord de la plaine de Vallès, elle trace une bande presque continue, dirigée N.-E., S.-O., aboutissant à la base orientale du Montserrat ; elle reparaît au sud-ouest, à partir de la rive droite de la Noyar pour se prolonger dans la province de Tarragone, accompagnant les couches oolithiques et néocomiennes séparées de celles du massif qui borde la côte par la plaine tertiaire supérieure ou quaternaire de Panadès.

Suivant l'auteur (p. 13), le trias de ce pays comprend : 1° des conglomérats quartzeux à ciment de psammite rouge, des grès ordinairement rouges passant à des psammites à grains fins avec des argiles rouges aussi et surmontés d'argiles panachées, peu épaisses, le tout représentant le groupe du grès bigarré ; 2° un calcaire compacte esquilleux, à cassure inégale, brunâtre, passant souvent à un calcaire siliceux ou à une dolomie, surtout vers le haut, bréchoïde vers la partie moyenne, et schistoïde vers le bas ; ce serait le représentant du muschelkalk ; 3° des psammites rougeâtres, alternant avec des argiles également rougeâtres, schistoïdes, renfermant du gypse que l'on exploite, et surmontées d'argiles jaunes, peu épaisses qui seraient ensemble l'équivalent des marnes irisées ; 4° enfin un calcaire compacte, distinct du n° 2 par sa structure plus schistoïde, par sa compacité et surtout par ses nuances vives. M. Vézian qui désigne cette assise supérieure sous le nom de *calcaire supra-triasique* n'hésite pas à y voir un représentant des couches que nous trouverons décrites sous le nom de *couches de Saint-Cassian*, dans le Tyrol méridional.

(1) De Verneuil, *Compt. rend.*, vol. XL, 9 avril 1855.

(2) *Mémoire sur le terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone* (thèse de géologie, Montpellier, 1856).

Ces divers rapprochements doivent être considérés quant à présent comme de simples présomptions, car les divisions, toutes concordantes entre elles, ne sont fondées que sur des caractères pétrographiques assez constants à la vérité, mais qui ne peuvent suppléer à ceux des fossiles qui manquent complétement jusqu'ici.

L'épaisseur totale du trias ainsi constitué serait en moyenne de 200 mètres. Il forme, du Mont-Sen au Mont-Agut, une bande de 4 kilomètres de largeur, interrompue entre le Montserrat et la rive gauche de la Moya. Un second lambeau sort de dessous la formation jurassique entre la mer, le Llobregat et le cours inférieur de la Moya, et un troisième se voit au nord de Barcelone, entre Badelona et Mongat où il renferme du gypse. On peut regretter que le travail de M. Vézian, fait avec soin, ne soit pas accompagné des profils stratigraphiques qui ont dû servir au tracé de la carte et sans lesquels les relations des couches restent toujours plus ou moins obscures pour le lecteur.

Si l'on s'avance vers le sud-ouest, on trouve, appuyée contre l'extrémité du massif de roches anciennes, une surface triangulaire occupée par le trias dans la province de Tarragone et entourée de même par des dépôts tertiaires. Son prolongement au sud se trouve encore en contact avec un autre lambeau de roches dévoniennes et cristallines qui s'étend d'Alcovert et de Reuss à l'est de Tarragone jusqu'à Mas. Enfin au sud de ces roches anciennes, le trias se montre entre Reuss, Tortose, Alfara et Flix, formant des lambeaux découpés, plus ou moins étendus, séparés les uns des autres par des affleurements de dépôt tertiaires et jurassiques.

L'Èbre entre Asco et Mora, puis entre Miravet et Xerta, passe successivement à travers deux défilés composés de grès rouges et de calcaires magnésiens, renfermant les fossiles indiqués ci-dessus [p. 238] (1). Plus au sud, le trias est interrompu, et la haute région appelée le Maestrazgo, en grande partie crétacée, occupe, comme on l'a dit, presque toute la province de Castellon de la Plana. Il se montre de nouveau, non loin de la mer, au sud-ouest d'Oropeza, près des villages de Villafames et de Borriol. Aux poudingues et aux marnes rouges se joignent des schistes noirs où quelques recherches ont été faites sur des filons de plomb et de cobalt. C'est le commencement de la *partie moyenne* de la zone méditerranéenne que nous

(1) De Verneuil, *Compt. rend.*, vol. XL, 2 et 9 avril 1855.

avons décrite dans le royaume de Valence, et au delà de laquelle nous allons nous porter pour étudier la partie sud-ouest.

Partie sud-ouest de la zone méditerranéenne.

La sierra d'Alcaraz et de Segura, dit M. Ramon-Pellico (1), constitue la partie orientale de la sierra Morena, et la surface du pays est occupée par le grès bigarré sous lequel est un calcaire magnésien rapporté au zechstein, mais avec doute, à cause de son état métamorphique et de l'absence de fossiles. On y trouve du minerai de zinc (calamine). Plus à l'est, dans la province de Murcie, le même géologue (2) signale des couches rapportées aux marnes irisées qu'il n'a point marquées sur sa carte parce qu'elles sont presque toujours recouvertes par des dépôts jurassiques. Au nord du Puerto de la Mala-Mujer et dans les environs d'Hellin et de Villena, elles ont cependant un assez grand développement; elles se prolongent jusqu'à la sierra de Segura dont nous venons de parler et dont les vallées, depuis le fond jusqu'aux deux tiers des pentes, sont composées par les assises du trias. Il y admet l'existence des trois termes de la série : le grès bigarré qui repose immédiatement sur le calcaire regardé comme permien, et qui constitue les hauteurs principales du massif, puis les représentants du muschelkalk et des marnes irisées.

Ces dernières, qu'on observe surtout au fond des vallées et dans les collines de second ordre, sont des alternances d'argiles et de marnes rouges, bleues et vertes, avec des lits minces de grès micacé subordonnés, du gypse, du sel gemme, des argiles salifères, donnant lieu à quelques sources salées, et des amas de lignite. Dans ces derniers, des troncs et des branches d'arbre comprimés sont recouverts ou ont été pénétrés de carbonate de cuivre vert et bleu ou de pyrites de fer cuprifères, tellement riches, que beaucoup d'échantillons rendent 25 pour 100 de cuivre. Malgré son peu d'épaisseur ce niveau charbonneux se prolonge sur des étendues considérables vers Bienservida, Vegallera, Villanueva de la Fuente, et sur d'autres points éloignés de dix lieues des précédents. Les marnes irisées, dénudées par places, ont laissé à découvert le muschelkalk ou le grès bigarré comme aux environs de Riopar. Ailleurs

---

(1) *Sur les mines de zinc de S. Juan de Alcaraz dans la province d'Albacete* (*Anales de minas*, n° 25, 1er mai 1845).

(2) *Extracto de una memoria geol. sobre il distrito minero de sierra Almagrera y Murcia* (*Revista minera*, vol. III, p. 1, avec carte, 1852).

elles passent sous le calcaire lacustre de la période tertiaire moyenne (Montiel, Villahermosa, Villanueva de la Fuente, etc.).

D'après l'esquisse géognostique d'Ezquerra del Bayo (1850), c'est dans cette partie de l'Espagne que le trias acquiert son plus grand développement. Il occuperait en effet une vaste surface, s'étendant des environs d'Hellin et d'Alcaraz au sud-ouest jusqu'au delà de Lucena et de Loja. De chaque côté de ce massif principal, d'autres grands lambeaux sont indiqués : l'un à l'ouest, au pied de la sierra Morena, longe la rive droite du Guadalquivir jusqu'au delà de Cordoue ; un second situé au nord de la même chaîne, dirigé E., O., se termine au nord d'Almaden, et un troisième au sud-est, sur la limite des provinces d'Almeria et de Grenade, est allongé du N.-E. au S.-O., comme la chaîne dont il fait partie. **Distribution géographique.**

Mais les observations subséquentes ont singulièrement modifié ce premier tracé de la répartition du trias, et nous allons en esquisser en peu de mots les principaux résultats d'après les données recueillies, en 1855 et 1859, par MM. de Verneuil et Collomb ; nous reviendrons ensuite sur les caractères particuliers des dépôts dont nous ferons un examen plus détaillé.

Il est presque impossible, sans avoir sous les yeux la carte manuscrite de ces géologues ou au moins celle de l'Europe d'A. Dumont, de se faire une idée de l'enchevêtrement à la surface du pays, des dépôts tertiaires moyens et inférieurs, crétacés, jurassiques et triasiques dans la partie de la province d'Alicante, comprise entre la rive gauche de la Segura ou la route de Chinchilla à Murcie et la côte de la Méditerranée à l'est (1). Mais à l'ouest de la même route le trias, quoique toujours très découpé, forme des lanières mieux caractérisées, plus ou moins flexueuses et allongées du N.-E. au S.-O.

C'est à Moratalla, et près de Caravaca, que commence à s'élever un massif montagneux qui se dirige vers Cazorla et dont le point culminant est la sierra de Sagra au nord d'Huescar (2). Sa direction générale est N.-E. un peu E., au S.-O. un peu O., et, sur beaucoup de points, il est accompagné de dépôts triasiques. Le massif lui-même est composé de calcaires jurassiques, crétacés et nummulitiques plus solides que les marnes du trias et qui attei-

(1) Voy., pour les roches antérieures au trias, *anté*, vol. II, p. 829-838 ; — III, p. 9 ; — V, p. 52-60 ; — VII, p. 193.
(2) De Verneuil, *Notes inédites*, 1859.

gnent une plus grande élévation; aussi ne voit-on ces dernières que sur les points où d'énergiques dénudations ont enlevé les premiers. A l'est et au sud-est ce massif montagneux est limité par la bande triasique de Moratalla et de Caravaca qui remonte le cours du Quipar et de plusieurs autres petites rivières. Sur son versant nord s'étend également une ceinture triasique qui passe au sud d'Alcaraz, à Siles, à Hornos près de Segura où des fossiles ont été observés.

D'après la carte que nous avons sous les yeux, la Segura suit, au nord-ouest de Murcie, la limite nord d'un massif triasique sur une assez grande longueur, des environs de Moratalla à Ziezar et à Blanca dans le val de Ricote. Ce lambeau se prolonge au sud-ouest, en remontant le fond de la vallée du Quipar, resserrée entre deux bandes jurassiques. Au sud-ouest de Chinchilla, une bande flexueuse, plus étendue, descend au sud, des environs de Penarubia à Veas, bordant les couches crétacées et jurassiques à l'est, puis limitée par les dépôts tertiaires moyens d'Alcaraz, au delà par les schistes siluriens et de nouveau au sud par les couches tertiaires moyennes. A Toya, à l'est d'Ubeda, ces mêmes couches entourent un petit îlot de trias, après lequel celui-ci se relève pour entourer le flanc oriental du grand massif jurassique qui s'étend de Jodar à Huelma (sierra Majina).

Le fond de plusieurs des vallées qui remontent au sud de Jaen fait voir les mêmes roches triasiques. La partie sud du massif jurassique d'Alcala la Real est aussi bordée par le trias de Lucena qui s'avance jusqu'à la Salada, et dont la limite passe par Archidona et Reales Salinas, marquée par les dépôts tertiaires qui le recouvrent. Enfin, plus à l'ouest, la route d'Osuna à Ronda traverse un lambeau dirigé du N.-E. au S.-O., depuis Estepa jusqu'aux environs de Bornos à l'est d'Arcos et probablement même jusqu'à Paterna de Rivera, entre Arcos et Medina Sidonia, à l'est et sur le parallèle de Cadix. Il est entouré, dans toute sa partie nord, par le terrain tertiaire moyen, et au sud-est par les couches nummulitiques, ainsi que par quelques roches jurassiques, dont plusieurs îlots se voient encore à l'intérieur de la petite région qu'il occupe.

Description locale.

Suivant MM. de Verneuil et Collomb (1), la ville et le château de Montealegre dans la province de Chinchilla sont bâtis sur une

(1) *Résumé succinct d'une excursion faite dans la province de Murcie et sur la frontière de l'Andalousie en* 1855 (*Bull.*, 2e sér., vol. XIII, p. 680, juin 1856).

Royaume de Murcie et partie de la Manche.

colline de trias dont la base est composée de grès bigarré rouge et vert et le sommet de calcaire magnésien bleuâtre, assimilé au muschelkalk. L'inclinaison à l'E. est faible, et le gypse se trouve à la jonction du grès et du calcaire. A l'est de Bonete, sur la route de Valence, le calcaire bleuâtre précédent est traversé par la grande route, et a présenté les fossiles indiqués ci-après.

La route d'Albacéte à Valence coupe cette formation près de la Venta de la Vega, à 790 mètres d'altitude, et une roche ignée, d'apparence dioritique, en a redressé les assises (1). Almanza et son château reposent aussi sur ce système de couches. Un puissant amas de sel gemme, subordonné à des gypses rouges, et blancs est exploité à la Rosa, à l'est de Jumilla ; sa stratification est régulière. Au-dessous est un calcaire marbre de teinte noire sans fossiles, mais traversé de veines spathiques blanches. Une roche dioritique s'est fait jour à travers ces assises, et des bancs de dolomie renferment de nombreux cristaux hexaèdres de fer oligiste. L'inclinaison générale de tout le système est au N. 25° E. Au-dessus, et en stratification complétement discordante, s'étendent des calcaires crétacés probablement néocomiens supérieurs, atteignant 1380 mètres d'altitude à la sierra del Carche.

(P. 700.) Dans la vallée du rio Mundo, qui fait partie du massif de la sierra d'Alcaraz où la Segura prend sa source, sont de riches mines de zinc et la grande fabrique de Riopar ou de San-Juan de Alcaraz. Les gisements de calamine sont intercalés entre des dolomies compactes et une sorte de brèche composée de marnes dures et de fragments calcaires, presque au contact des couches crétacées à Caprotines. Les trois points principaux où le minerai est exploité sont sur la rive droite du rio Mundo. Une source salée et des grès rouges qui se montrent dans le voisinage de l'usine font présumer que ces minerais se trouvent à la jonction des dépôts crétacés et triasiques.

Cette région montagneuse entre Villaverde et Cotillas, près de Siles et de Segura de la Sierra, est couverte de pins élevés qui ombragent un gazon épais, et le fond des vallées et des *barrancos* est occupé par les dolomies cristallines, les argiles et les grès rouges du

(1) C'est la même bande que traverse le chemin de fer d'Alicante, près d'Alpera. Les couches y sont également très redressées, repliées sur elles-mêmes ou coupées par des failles, offrant des bandes de couleur très variées.

trias. La source salée de Siles sort du calcaire bleu et jaune dans lequel des fossiles du muschelkalk ont été observés. Près du village d'Hornos, des travaux de recherches ont été poussés dans des couches charbonneuses où s'était aussi déposé du carbonate de cuivre, mais en trop petite quantité pour être exploité. La plaine environnante a été excavée dans les marnes et les argiles du trias et quelques bancs calcaires qu'on y trouve subordonnés ont offert la *Myophoria Goldfussi* et l'*Avicula socialis*.

(P. 703). A Albaladejo, premier village de la Manche, élevé de 920 mètres au-dessus de la mer, on quitte le terrain de transition de la sierra Morena pour marcher sur des grès rouges horizontaux. Entre Albaladejo et Montiel, où le calcaire siliceux repose sur les grès, le plateau s'élève peu à peu jusqu'à 1013 mètres et redescend à 892 près de ce dernier village. Sur les flancs de la sierra Morena, des deux côtés du rio Guadarmena, le grès rouge, les argiles bigarrées et les calcaires durs cristallins au-dessus recouvrent les roches siluriennes de l'extrémité nord-est de la chaîne où se trouve la ville d'Alcaraz. Celle-ci est bâtie en partie sur les argiles panachées et les grès rouges horizontaux, à 961 mètres d'altitude, et complétement discordants avec les quartzites siluriens qui portent le vieux château (p. 704, coupe de la vallée du rio Guadarmena).

Ces diverses roches, à cause de leurs teintes rouges dominantes, avaient été rangées dans la formation triasique ; mais à la suite de leur dernier voyage dans ce pays (1859), MM. de Verneuil et Collomb ont été amenés à douter de l'exactitude de ce rapprochement. Les dépôts tertiaires semblent devoir présenter seuls cette horizontalité en grand qu'elles affectent, et il est au moins probable que ces grès, qui reparaissent au sud-ouest près de Chiclana, pour s'étendre vers Ubeda et Baeza, appartiennent réellement à cette époque peu ancienne. Néanmoins M. C. de Prado qui a aussi parcouru récemment les environs de Osa de Montiel et de San-Pedro, nous signale le trias comme fort étendu dans cette même région. Il y est composé à la base de grès rouge, et à la partie supérieure de calcaires presque toujours dolomitiques, cristallins même sur quelques points et constamment dépourvus de fossiles (1).

Le cerro de Almenara ou sierra d'Alcaraz, situé au nord de l'usine de San-Juan, et qui atteint près de 1800 mètres d'altitude,

(1) *Mem. que comprende los trabajos verificados en el año de* 1855, par D. G. Schulz, p. 9, in-4°, Madrid, 1858.

appartient entièrement au trias suivant la coupe donnée par MM. de Verneuil et Collomb (p. 709). D'Alcaraz à Albacete le trias est surmonté çà et là de dépôts tertiaires marins, horizontaux ou peu inclinés, mais qui ont été portés à des altitudes de 1135 mètres à Vianos, de 1107 à Masegoso, et de 1080 à las Peñas de San-Pedro (1).

On peut remarquer en général pour cette partie de la province de Murcie que, par suite de dénudations énergiques, exercées sur les couches crétacées et jurassiques, le trias a été mis à découvert, et que ses parties solides sont demeurées en saillie, affectant la disposition de chaînons calcaires, tandis que les parties peu résistantes ont été recouvertes de dépôts tertiaires moyens. Le gypse et le sel gemme abondent dans toute cette basse région, entre Ziezar et Moratalla. Des dénudations fréquentes, des oscillations du sol à toutes les époques ont mis en contact les dépôts les plus éloignés dans l'échelle géologique. Ainsi, dit M. de Verneuil (p. 712), le trias est recouvert par les couches jurassiques près d'Hellin, par la craie au pied du Carche, à l'est de Jumilla, par les roches nummulitiques aux salines de Calasparra et dans toutes les montagnes des environs de Ziezar, enfin par les dépôts tertiaires moyens au pied du Mugron d'Almanza.

Le trias est la seule de ces formations qu'aient traversée des roches éruptives, ordinairement des diorites en masses peu apparentes à la surface. On les observe particulièrement au fond des vallées, surtout le long de la route de Bonete à Almanza, aux salines de la Rosa près de Jumilla, aux salines de Calasparra, dans les montagnes au sud de Ziezar, entre Caravaca et Cehegin, et sur ce dernier point même où une masse considérable de fer oligiste accompagne la roche ignée. Quant aux fossiles toujours très rares, la *Myophoria Goldfussi*, la *Gervillia socialis*, et le *Monotis Albertii* ont été rencontrés aux salines de Calasparra à celles de Villaverde, près de Siles, aux environs de Bonete, de Cehegin et à Hornos près de Segura.

Province de Jaen.

Sur le versant méridional de la sierra Morena, à l'ouest de la région dont nous venons de parler, aux environs de Linares, au nord d'Andujar et jusqu'à El Carpio on a vu qu'une bande triasique avait été indiquée et reproduite sur la carte géologique de l'Europe,

(1) Voy. aussi : Ch. Laurent, *Note géologique sur la ligne du chemin de fer de Madrid à Alicante*, avec un profil (*Bull.*, 2$^e$ sér., vol. XVI, p. 548 et pl. 16, 1859).

par A. Dumont. Depuis lors, des doutes se sont élevés sur cette classification.

Le plateau de Linares, dit M. Lan (1), est formé de couches horizontales ou plongeant faiblement à l'E., de grès quartzeux, ferrugineux, rouges, à grains moyens ou à grains fins, reposant sur le granite. Leur épaisseur est de 8 à 10 mètres seulement, et elles ne sont pas recouvertes en cet endroit. Vers l'est elles paraissent s'enfoncer sous d'autres couches triasiques avec lesquelles elles seraient concordantes et pénétreraient plus loin en Andalousie, comme les dépôts tertiaires, par les cols qui séparent la sierra Morena et la sierra Segura. Ce seraient encore les mêmes grès qu'on observe au sud de Baylen. Sur le plateau de Linares, les minerais de plomb (galène argentifère), en masses lenticulaires ou en veines de texture cristalline et à grandes facettes, sont exploités et traversent à la fois le granite et le grès. Ces filons sont très nombreux et l'on compte jusqu'à 45 lignes de haldes anciennes sur la distance de 7 ou 8 kilomètres qui sépare Linares de Guarroman, au nord-ouest. Les travaux, tant anciens que modernes s'étendent, sans discontinuité, sur une longueur de 3500 à 3800 mètres, et descendent dans le granite à une profondeur moyenne de 125 à 130 mètres.

M. de Verneuil (1), qui a étudié ces mêmes grès en 1859, pense qu'ils ne sont autres que ceux d'Alcaraz, d'Ubeda, de Baeza, etc. En effet, ils sont ici parfaitement horizontaux, tandis qu'à quelques kilomètres, au sud d'Ubeda, les calcaires jurassiques et les strates du véritable trias sont fortement redressés, souvent même verticaux. Le contraste de la stratification dans les deux localités se reproduit dans les caractères des roches. Ainsi, le trias, que nous verrons si développé au sud d'Ubeda, entre Cazorla et Huelma, est surtout argileux, tandis que les dépôts d'Alcaraz, d'Ubeda, de Baeza et de Linares sont de véritables grès quartzeux, rouges près de leur jonction avec le granite, mais gris à la partie supérieure, facilement désagrégés et offrant alors tout à fait l'aspect de sables tertiaires. Enfin, entre Linares et la Carolina ces grès sont recouverts, à stratification concordante, comme sur les hauteurs de Vianos, au-dessus d'Alcaraz, par des calcaires et des marnes remplis de

(1) *Notes de voyage dans la sierra Morena et le nord de l'Andalousie*, avec coupes, dessins et esquisse d'une carte (*Ann. des mines*, 5e sér., vol. XII, p. 623, 1857).

(2) *Notes inédites*, 1859.

fossiles de la période tertiaire moyenne (*Ostrea crassissima*, *Clypeaster altus*, etc.). Ni dans ces grès ni dans les calcaires caverneux qui les surmontent au nord d'Alcaraz, ajoute M. de Verneuil, on n'a trouvé jusqu'à présent la plus faible trace de fossiles triasiques.

Plus à l'ouest encore, au fond d'une vallée qui débouche dans celle du Guadalquivir, M. Lan (1) a décrit un ensemble de dépôts qu'il croit pouvoir aussi classer dans le trias. La vallée du Biar, dit-il, descend de la partie occidentale de la sierra Morena et se dirige au S.-S.-E. entre deux chaînons granitiques. Elle est remplie par un dépôt rouge, assez puissant, présentant à sa base quelques traces de charbon qui ont été prises pour une dépendance du terrain houiller par M. F. de Lujan (2) qui y admet aussi la présence du zechstein. M. Lan désigne l'ensemble de ces roches sous le nom de *terrain rouge*, lequel appuyé au nord, à l'est et à l'ouest sur les schistes anciens ou sur le granite, s'enfonce au sud sous les sédiments tertiaires. Province de Séville.

Il y distingue deux étages : l'*inférieur* composé de 7 ou 8 assises de poudingues ou de conglomérats, séparés par des lits d'argile schisteuse, de diverses couleurs, ou par des psammites rouges et argileux, le *supérieur*, parfaitement concordant, renfermant des psammites, des argiles et des calcaires. Celui-ci ne recouvre les poudingues que vers le centre et le sud du bassin, de manière à être débordé par eux au nord, à l'est et à l'ouest.

Ces diverses roches sont fréquemment altérées, surtout au nord, par des produits ignés qui tantôt les traversent, tantôt affleurent au milieu du terrain ancien le long de leur bord. Dans la partie sud du bassin, où ces altérations sont moins prononcées, les poudingues inférieurs sont presque exclusivement quartzeux. Les galets, quelquefois de la grosseur de la tête, sont d'un rouge de sanguine,

(1) *Loc. cit.*, p. 580.

(2) *Estudios y observaciones geologicas relativos a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo y Ciudad-Real*, etc. (*Mem. de la Real Acad. de ciencias de Madrid*, vol. I, 1851, avec carte géologique, part. 2, p. 40). L'auteur pense que ces roches, comme celles de Montegil, peuvent correspondre au *zechstein* ou bien au *grès bigarré*. Quant à celles qu'il rapporte au *nouveau grès rouge*, elles occupent, suivant lui, de grandes surfaces, depuis Baylen, Aldea del rio, Perabad, etc., jusqu'au lias et aux autres membres de la formation jurassique.

réunis par une argile que colore aussi fortement l'oxyde de fer rouge. Des psammites rouges, micacés, en plaquettes, y sont intercalés. Les poudingues d'ailleurs peu solides, dont les éléments sont faiblement agrégés, se détruisent facilement par l'influence des agents atmosphériques et remplissent de leurs détritus les dépressions du sol. Les grès et les psammites alternants sont schisteux, peu solides aussi, à grains de quartz, rouges ou verts, cimentés par une pâte argileuse de même teinte. Les grès passent d'une part aux conglomérats, de l'autre aux argiles micacées, blanches, verdâtres, brunes ou noires, plus généralement rouges et parfois effervescentes. Quelques nids ou veinules de cuivre carbonaté vert se rencontrent çà et là dans les poudingues inférieurs.

Les psammites et les argiles de l'étage supérieur ressemblent aux précédents. Les calcaires sont gris cendré, souvent veinés de rouge avec des fentes remplies de calcaire spathique. Ils sont argilo-ferrugineux et magnésiens, quelquefois schisteux, et renferment, au sud de Dominguito, des nids et des veinules de cuivre gris et de carbonate de cuivre. La coupe que donne M. Lau (pl. 7, fig. 13) met en évidence les relations des deux étages compris entre les schistes, depuis Huerta Vicente, sur la rive du Biar jusqu'à la Cañada de los Ladrones, au delà de Dominguito, sur la rive gauche.

On peut reconnaître dans l'étage inférieur jusqu'à 7 assises de poudingues qui, avec les couches qui les séparent, ont une épaisseur totale de 100 à 150 mètres. Dans le supérieur qui est moins épais et ne dépasse que 50 mètres, les argiles panachées et les psammites en constituent la plus grande partie, car les calcaires ne forment que des bancs subordonnés de $0^m,50$ à $0^m,80$. Dans le premier des traces de Calamites, de *Pecopteris* et des fragments de troncs d'arbres silicifiés ont été rencontrés ; dans le second des fragments de coquilles indéterminées ont été signalés. Un ou deux bancs de houille de $0,^m10$ à $0^m,25$ d'épaisseur s'observent dans l'un et dans l'autre, mais plus particulièrement dans l'inférieur.

Dans la partie nord de la vallée nous avons dit que des roches éruptives avaient pénétré ces dépôts rouges. Les diorites, en filons plus ou moins puissants qui traversent le granite et les schistes anciens, ne s'y montrent pas à la vérité, mais d'autres roches brun-noirâtre, tachées de violet avec des grains vitreux, peut-être de pyroxène, disséminés, passent à une amygdaloïde effervescente et affleurent presque exclusivement dans l'étage rouge inférieur où

elles forment des buttes arrondies et coniques. Ces sortes de mélaphyres ont beaucoup modifié les couches en contact en les endurcissant, les décolorant et les imprégnant de silice, comme sur la rive droite du Biar, aux environs de San-Benito.

Sur cette même rive droite, entre les ruisseaux de Garganta Fria et de Carpio, le premier étage paraît être remplacé par des roches grises qui sont, de bas en haut, des poudingues passant à des amygdaloïdes, des grès passant à l'arkose, des schistes noirs, rouges et blancs, couronnés par un grès grisâtre, schisteux, formant une sorte de corniche naturelle par suite de son inaltérabilité, et que surmontent encore des lambeaux de roches rouges. Ces divers caractères sont attribués par l'auteur à l'influence des mélaphyres qui apparaissent aux environs. De petits lits de charbon y sont également subordonnés et les schistes montrent les mêmes empreintes végétales que précédemment. La fig. 7 du mémoire de M. Lan indique les rapports de l'étage rouge inférieur ainsi modifié avec le supérieur, de chaque côté de la vallée du Biar. La régularité de la stratification que ces couches grises ont conservée, malgré les dérangements qu'elles ont éprouvés, est un de leurs caractères les plus frappants.

Sans se prononcer d'une manière absolue sur l'âge de son *terrain rouge*, l'auteur, en le comparant au vrai terrain houiller du même pays, s'attache à prouver qu'il ne doit pas en faire partie et que par conséquent il peut être un représentant du trias.

Ce qui suit et qui se rapporte à la distribution et aux caractères du trias de l'Andalousie est extrait des notes recueillies par MM. de Verneuil et Collomb pendant leur voyage de 1859, et que le premier de ces géologues a bien voulu rédiger à notre prière pour compléter cette partie de notre travail. En outre et par suite de ce même voyage, la répartition et les limites respectives des dépôts tertiaires moyens et inférieurs, comme celles des couches jurassiques de ce pays ont été sensiblement modifiées et diffèrent actuellement de ce que nous en avons dit (*antè*, vol. II, p. 804, III, p. 9 et VII, p. 193), ainsi que du tracé adopté en 1856 sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol et sur celle d'A. Dumont. Andalousie.

Après l'interruption occasionnée par la présence des sédiments tertiaires au sud des montagnes jurassiques de Cazorla, le trias reparaît sur une grande étendue, dans la profonde dépression qui sépare ce massif des montagnes également jurassiques de Huelma

et de Jaen et qu'arrose le rio de Guadix, appelé aussi Guadiana el Menor. L'aspect seul du pays suffit pour indiquer les redressements des strates, leurs dislocations produites par l'apparition de roches dioritiques verdâtres, et leur peu de solidité qui a facilité leur érosion et des dénudations énergiques. Par places, comme près d'Huelma, le métamorphisme a été tel que le charbon contenu dans ces couches a été transformé en véritable graphite. Cette substance, qui se présente en amas irréguliers, n'est exploitée qu'en petite quantité et sert aux charpentiers du pays. C'est une circonstance d'ailleurs fort rare que sa présence dans des roches peu anciennes comparées à celles où elle se trouve ordinairement.

Un peu au sud de Larba, entre Cazorla et Huelma, quelques fossiles, entre autres des *Myophoria* et un *Pecten* lisse, ont été rencontrés dans des calcaires marneux bleuâtres, en couches minces, redressées et nettement stratifiées, puis à Huelma, dans ceux qui affleurent au pied du grand pic jurassique qui domine le pays. Ces derniers sont accompagnés de grès rouge, circonstance peu habituelle dans la province de Murcie et dans cette partie de l'Andalousie. C'est dans cette direction le dernier point où l'on connaisse des restes organiques dans le trias, quoique celui-ci se prolonge encore bien au delà vers le sud-ouest pour se terminer aux environs de Bornos, d'Arcos et de Xerès. On le suit à l'aide de ses argiles et des sources salées dont quelques-unes sont utilisées et les autres interceptées et gardées par les douaniers.

Entre Lucena, Antequera et Estepa, une profonde dépression analogue à la précédente est occupée par des argiles rouges et des gypses remplis de cristaux de quartz bipyramidaux, notamment sur la route de la première à la dernière de ces villes, avant qu'on descende vers le rio Xénil. Du côté de la plaine du Guadalquivir, le trias est souvent recouvert par des dépôts tertiaires moyens, et ce voisinage de deux séries si éloignées dans le temps apporte une certaine difficulté à leur détermination, lorsqu'à côté et presque dans le même pays il existe des portions de couches jurassiques assez développées pour former des îlots montagneux ou *sierras*. On peut alors facilement rapporter au terrain tertiaire les marnes rouges salifères et gypsifères du trias si on ne les a pas suivies sur de grandes étendues, depuis les points où elles renferment des fossiles et où ce même voisinage est plus fréquent. A défaut de débris organiques, vers cette extrémité de la zone méditerranéenne, on rencontre souvent des cristaux de quartz bi-pyramidaux qui parais-

sent en Espagne distinguer suffisamment les gypses du trias de ceux du terrain tertiaire (1).

Les grès et les conglomérats que nous avons vus si fréquents en Aragon et dans le nord du royaume de Valence, manquent souvent dans le sud de cette dernière province et en Andalousie où la formation n'est plus représentée que par des argiles rouges, des marnes panachées, des cargneules, ou bien par des calcaires gris-bleuâtre, compactes ou cristallins, à grains très fins. Entre Estepa et Arcos elle prend un assez grand développement.

Les roches précédentes sont accompagnées de gypse et de sel dans les environs de Corrales, de Martin de la Jara, de Saucejo et d'Algamita. Près de cette dernière localité il y a des calcaires bitumineux, noirâtres, et des roches dioritiques. Celles-ci, comme toujours, n'occupent qu'une faible surface au fond des ravins. A Olbera, le groupe nummulitique recouvre directement les argiles rouges gypseuses ; il en est de même à El Gastor et près de Grazalema dans les montagnes de Ronda. Quelques schistes noirs que leur aspect pourrait faire regarder comme fort anciens s'y trouvent subordonnés près d'El Gastor.

La petite ville de Grazalema semble cachée dans une anfractuosité du calcaire, au pied du Cerro de San-Cristobal, l'un des pics les plus élevés de la Serrania de Ronda. Cette montagne, comme toutes les hautes sommités de cette contrée, appartient aux calcaires jurassiques. Elle est située entre la ville de Ronda et les grandes plaines qui s'étendent à l'ouest vers le Guadalquivir. Au delà, dans cette dernière direction, le trias reparaît sur le versant occidental du massif près du village d'El Bosque. Les eaux pluviales qui tombent à la surface des sierras de San-Cristobal et d'El Pinar ressortent vers leur base en sources abondantes, comme on l'observe dans certaines parties des monts Jura. Une des plus remarquables est celle qui jaillit près du village de Huertas (ou Benahamon), précisément au contact des couches jurassiques et des gypses du trias, non loin d'une roche pyroxénique noirâtre.

Si de ce point on se dirige au sud-ouest vers Arcos, on rencontre

(1) Ce serait partout ailleurs un caractère empirique peu sûr, car on en trouve plus ou moins fréquemment dans les gypses d'autres formations, surtout près des dislocations et des roches ignées (*Hist. des progrès de la géologie*, vol. V, p. 441, 449, 450 ; vol. VI, p. 517. — *Les Corbières*, p. 373, 395, etc.)

plusieurs sources salées, exploitées à Urtales et à Prado del Rey ou Pueblo de Santa-Maria. De même que vers Olbera et Grazalema les couches rouges sont directement recouvertes par les calcaires nummulitiques ou tertiaires inférieurs, de même ici, près de leur limite occidentale, elles sont surmontées par les calcaires tertiaires moyens avec *Pecten*, *Ostrea*, etc. Au delà, dans la direction de Bornos, d'Arcos et de Medina Sidonia, le trias disparaît tout à fait sous ces derniers; mais ses argiles, remaniées à une époque peu ancienne, forment encore la base des dépôts tertiaires et communiquent au sol une fraîcheur qui y produit d'excellents pâturages. Aussi les nombreux troupeaux et les chevaux qu'on y élève font-ils de cette partie de l'Andalousie un des pays les plus riches de l'Espagne.

Province de Malaga.

La portion littorale de la province de Malaga a été, de la part de M. D.-T. Ansted (1), l'objet d'un travail particulier auquel nous emprunterons les détails suivants. L'auteur signale d'abord aux environs de Malaga, comme pouvant appartenir au système permien, des conglomérats à cailloux de quartz, parfaitement arrondis, passant d'un grès compacte, à ciment extrêmement dur, à un poudingue à gros éléments dont la cassure montre les cailloux arrondis formant une saillie au-dessus du ciment qui les entoure. La teinte de la roche est le rouge foncé ou le brun, et le fer y est très abondant. Vers le pied des collines, au delà de la ville, ce conglomérat repose sur des schistes métamorphiques. Son épaisseur très variable dépasse rarement 3 à 6 mètres. Au-dessus est un quartzite compacte, très dur, de 50 à 60 mètres de puissance et quelquefois davantage, observé seulement en place près de Malaga, dans quelques ravins à la base des collines. A deux milles de la ville, le long de la côte, au delà du ravin de Caleta, un calcaire noir, fétide, très magnésien, repose sur des argiles schisteuses dérangées par une faille et est recouvert immédiatement par des roches rouges plus récentes, regardées comme triasiques. Ce calcaire magnésien diffère de tous ceux des environs comme de ceux de la sierra de Mijas située plus à l'ouest. Il n'a d'ailleurs présenté aucun fossile. Quant aux calcaires de Mijas, ils reposent sur des grès très métamorphisés,

---

(1) *On the geology of Malaga and the southern part of Andalousia*, lu le 17 juin 1857 (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 64, p. 594, 1859). — *Abstract*, ib., vol. XIV, n° 54, p. 430, 1857-58).

probablement de l'âge des grès à *Equisetites* dont nous allons parler à l'est de Malaga.

Sur la côte, entre cette ville et Velez-Malaga on observe, immédiatement au-dessus du calcaire magnésien, une série de grès et de marnes, avec des masses lenticulaires accidentelles de gypse, et quelques lits de lignite qui sont ici, pour l'auteur, les couches secondaires les plus anciennes du pays. Les premières assises de cette nouvelle série sont des marnes blanches ou blanchâtres et des grès d'un rouge foncé exploités dans plusieurs carrières. Près de la faille précédente, les grès disloqués, de 10 à 12 mètres d'épaisseur, renferment des fragments de bois fossiles et des empreintes de plusieurs espèces d'*Equisetites* ou de *Calamites* (probablement l'*E. columnaris*, suivant M. C.-J.-F. Bunbury). Un peu au delà de ce point, un banc de lignite fut en 1856 l'objet de recherches demeurées sans résultat. Dans la partie supérieure de cette même série, les masses lenticulaires de gypse sont exploitées principalement près de San-Telmo à l'est de Malaga. On connaît 5 de ces amas dans les environs, et des sources salées sortent de dessous. Dans le voisinage de Berja, non loin du riche district plombifère de la sierra de Gador, les calcaires de cette chaîne reposent par places sur des marnes et des couches schisteuses, souvent arénacées et renfermant aussi beaucoup de gypse. Ailleurs les calcaires noirs recouvrent des argiles plus foncées, et celles-ci des argiles et des schistes analogues à ceux de la chaîne côtière. Autant qu'on en peut juger au milieu de nombreuses dislocations, la stratification de ces divers systèmes de couches est concordante (1).

Au-dessus viennent, dans plusieurs directions, des calcaires métamorphiques très cristallins qui, sur les flancs de la sierra Nevada et de la sierra de Gador, doivent être jurassiques.

---

(1) Déjà MM. de Verneuil et Collomb avaient rapporté au trias les calcaires gris ou bleuâtres qui surmontent les schistes métamorphiques (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., vol. XIII, p. 710, 1856). Après avoir parcouru cette année (1859) le littoral du sud de l'Espagne, ils croient encore que la plus grande partie des calcaires métamorphiques supérieurs, depuis Carthagène jusqu'à la sierra de Gador et même jusqu'à la sierra Nevada, appartiennent plutôt au trias qu'à l'époque silurienne à laquelle la plupart des auteurs les ont rapportés. Ils ont découvert dans les dalles à Orthocératites de Carthagène, que l'on croyait provenir des montagnes voisines, des fossiles qui leur font penser que ces dalles ont été apportées de la Suède.

Résumé. En résumé, dit M. de Verneuil (1), il n'existe en Espagne, entre le système carbonifère et le lias ou d'autres groupes jurassiques, qu'un puissant ensemble de grès rouges, d'argiles et de marnes panachées avec des calcaires souvent dolomitiques dans lesquels le petit nombre de fossiles qu'on a découverts sont caractéristiques de la période du trias. C'est donc avec raison qu'on peut rapporter le tout à cette formation.

La liaison qui existe entre les diverses assises ne permet pas, quant à présent, de regarder aucune d'elles comme pouvant appartenir au système permien, et, sans prétendre qu'on ne puisse, par la suite, trouver quelques représentants de ce dernier, en l'absence de toute donnée paléontologique il n'y avait pas lieu d'en tenir compte dans la légende d'une carte géologique de la Péninsule.

Paléontologie. Les fossiles recueillis dans leurs nombreuses excursions en Espagne par les géologues que nous avons eu si souvent occasion de citer ont été déterminés en 1856 par M. Bornemann (2), qui en a publié une liste de 18 espèces ; mais, ayant pu étudier nous-même cette intéressante collection avec l'aide de M. de Verneuil, nous donnerons ici le résultat sommaire de notre examen.

### LISTE PAR LOCALITÉS DES FOSSILES DU TRIAS.

1° Mora del Ebro. Entre ce point et Corbera, 30 kil. au nord de Tortose.

*Ceratites Pradoi*, nov. sp., coquille aplatie, ornée de 2 rangs de tubercules, à dos caréné, tranchant et bordé d'un sillon de chaque côté.

*Ceratites Vilanovæ*, nov. sp., coquille avec 5 rangs de tubercules, à dos excavé ou plat, et bordé d'un rang de tubercules de chaque côté.

*Nucula gregaria*, Münst. in Gold., pl. 124, fig. 12, variété un peu plus globuleuse.

*Cardita domestica*, nov. sp., petite coquille ornée de 6 à 7 côtes rayonnantes.

*Solemya ?*

*Terebratula vulgaris*, Schloth., an *varietas ?*

2° Tiviza (nord de). Entre cette ville et Belmunt (sud de la Catalogne).

*Myophoria lævigata*, Ziet., pl. 71, fig. 2.

---

(1) *Notes inédites*, 1859.

(2) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. VIII, p. 165.

*M. curvirostris*, Gold., pl. 13, fig. 15; Gieb., *Verst. von Lieskau*, pl. 4, fig. 1, 3.

*M. curvirostris*, variété à stries fines, se rapprochant de la *M. vulgaris*.

*Mytilus eduliformis*, Schloth. (*M. vetustus*, Gold.).

*Myacites*.

*Terebratula* plissée.

3° Royuela, 10 kil. au nord-ouest d'Albarracin (Aragon).

*Rissoa dubia*, Schauroth, var. *genuina* (*Turbonilla gracilior*, Giebel).

*Monotis Alberti*, Gold. (*Pecten inæquistriatus*, Münst., Gold.) et une autre espèce plus petite, à stries égales.

*Myophoria Goldfussi*, Alb., Ziet., pl. 71, fig. 1, variété.

*Gervillia modioliformis*, Gieb., an *Gervillia costata*, Quenst., *Avicula Bronnii*, Alb., Gold.

*Clidophorus Goldfussi*, Dunk., sp. (var. *genuina*, Schauroth).

*Nucula*.

*Lingula tenuissima*, Bronn.

4° Hombrados, 30 kil. au sud-est de Molina de Aragon.

*Nautilus bidorsatus*, Schloth. (grand individu).

*Myophoria curvirostris*, Gold.

5° Hinarejos, au nord de Mira et au sud de Cañete (Nouvelle-Castille).

*Gervillia socialis*, Quenst. (*Mytulites socialis*, Schloth., *Avicula*, id., Gold., Bronn).

*Avicula antiqua*, Münst., fossiles de Saint-Cassian, pl. 7, fig. 15. Cette espèce se trouve aussi dans le système permien.

*Nucula*.

6° Aguilar de Anguita (entre Molina de Aragon et Siguenza).

*Rissoa dubia*, var. *genuina*.

*Cardita*, avec 9 côtes rayonnantes, et voisine de celle de Mora.

7° Entre Bonete et Almanza (route de Madrid à Valence).

*Rissoa dubia*, Schaur., var. *genuina*.

*Nucula*.

*Pecten*.

8° Entre Jalance et Jarafuel, et près du rio Xucar (royaume de Valence).

*Monotis Alberti*, Gold.

*Myacites fassaensis?* Münst., fossiles de Saint-Cassian, pl. 16, fig. 2.

*Solemya*.

9° Bolbayte, près Navarres (province de Valence).

*Nucula?* nov. sp.

10° Calasparra, près de Ziezar (province de Murcie).

*Myophoria Goldfussi*, Alb., Ziet.

*Gervillia costata*, Schloth., sp. (*Avicula Bronnii*, Gold., pl. 117, fig. 3).

*Nucula*.

*Monotis Alberti*, Gold.

*Monotis lineata*, Münst.

11° Cehegin (province de Murcie).

*Gervillia socialis*, jeune.
*Monotis lineata*, Münst.

12° Vega de Hornos, au sud de Segura de la Sierra, frontière des provinces de Murcie et d'Andalousie.

*Myophoria Goldfussi.*
*Gervillia socialis?*
*G. polyodonta*, Stromb. (Credner, *Neu. Jahrb.*, 1851, pl. 6, fig. 6).
*G. Alberti*, Credn. (*Avicula Alberti*, Münst.), variété très voisine de celle du mont Bogdo, dans le gouvernement d'Astrakhan, en Russie.
*Nucula.*
*Hinnites*, nov. sp.

13° Saline de Villaverde (frontière des provinces de Murcie et de la Manche).

*Hinnites*, nov. sp.

14° Siles, environs de Segura de la Sierra.

*Hinnites*, nov. sp.
*Rhizocorallium jenense*, Gein., etc., pl. 15, fig. 15.

15° Huelma, 50 kil. au nord-est de Grenade (province de Jaen).

*Myophoria deltoidea*, Gold., voisine des *M. lævigata* et *cardissoides*, Ziet.

16° Rio de Guadix, entre Cabra et Cazorla (Andalousie orientale).

*Monotis Alberti*, Gold.
*Pecten* lisse, voisin du *P. discites*, Bronn, mais plus semi-lunaire.
*Gervillia costata?* Schloth., sp. (Credner, *Neu. Jahrb.*, 1851, pl. 6, fig. 3). *Backwellia costata*, var. Gold., Schaur., *Zeitsch., der Deut. geol. Gesellsch.*, vol. IX, pl. 5, fig. 5.
*Nucula gregaria*, Münst. (*Corbula nuculiformis*, Zenk.).

LISTE GÉNÉRALE DES ESPÈCES.

*Nautilus bidorsatus*, Schloth., Hombrados.
*Ceratites Pradoi*, nov. sp., Mora.
*C. Vilanovæ*, nov. sp., Mora.
*Rissoa dubia*, var. *genuina*, Schaur., Royuela, Aguilar de Anguta, entre Bonete et Almanza.
*Solemya*, Mora, rio Xucar.
*Nucula gregaria*, Münst., Gold., Mora, rio de Guadix.
*Nucula*, Bolbayte, Royuela, Hinarejos, Bonete, Calasparra, Hornos.
*Cardita domestica*, nov. sp., Mora.
*Myophoria lævigata*, Ziet., Tivisa.
*M. curvirostris*, Gold., Tivisa, Hombrados.
*M. deltoidea*, Gold., Huelma.

*M. Goldfussi*, Alb., Royuela, Calasparra, Vega de Hornos.
*Mytilus eduliformis*, Schloth., Tivisa.
*Myacites fassaensis?* Münst., Tivisa, rio Xucar.

(Espèces assez voisines qu'il faudra sans doute réduire.)
*Gervillia socialis*, Schl., sp., Hinarejos, Cehegin, Hornos.
*G. modioliformis?* Gieb., Royuela.
*G. polyodonta*, Stromb., Hornos.
*G. Alberti*, Credn. (*Avicula*, id., Münst.), Hornos.
*G. costata*, Schloth., sp., Calasparra, rio de Guadix.
*Clidophorus Goldfussi*, Dunk., Schaur., Royuela.
*Avicula antiqua*, Münst., Hinarejos.

*Monotis Alberti*, Gold. (*Pect. inæquistriatus*, Münst., Gold.), Royuela, rio Xucar, Calasparra, rio de Guadix.
*M. lineata?* Münst., Calasparra, Cehegin.
*Pecten* lisse, Bonete, rio de Guadix.
*Hinnites*, nov. sp., Hornos, Saline de Villaverde, Siles.
*Lingula tenuissima*, Bronn, Royuela.
*Terebratula vulgaris?* Schloth., Mora.
*T.* plissée, Tivisa.
*Rhizocorallium jenense?* Siles.

## APPENDICE.

*Antè*, p. 242. — Fossiles de Carlet, dans le royaume de Valence.

*Ammonites*, indét.; fragment d'une petite espèce plate, rappelant les *A. complanatus*, Brug., jeune du lias, et *subradiatus*, Sow., de l'oolithe inférieure (collection de M. de Verneuil).
*Ostrea spondyloides*, Schloth., Gold.
— indét.; très voisine de l'*O. irregularis*, jeune, Münst., Gold., pl. 79, fig. 5, *a*, *b*, *c*, du lias.
*Trigonia?*
*Myophoria deltoidea*, *Lyrodon deltoideum*, Gold.
*Monotis Alberti*, id.
*Avicula antiqua?* Münst.
— indét., forme de l'*A. Zeuschneri*, Wissm.
*Gervillia*, voisine de la *G. socialis*, mais dont le bord postérieur est moins dilaté et la carène moins flexueuse.
*Mytilus eduliformis*, Schloth. (*M. vetustus*, Gold.).
*Modiola*, indét.
*Mactra trigonia*, Gold. in Ziet.
*Myacites*, indét.
— trois ou quatre petites cardiacées ou nuculacées trigones ; une empreinte de valve supérieure, peut-être d'un *Spirifer* rappelant le *S. rariplectus*, Bronn, de Münst.

*Ibid.* Remarques sur un mémoire de D.-J. Ezquerra del Bayo, intitulé : *Ensayo de una Descripcion general de la estructura geologica del terreno de España en la Peninsula*, seccion V. Madrid, 16 février 1857.

Ce travail, dont nous apprenons l'existence au moment où ces feuilles s'impriment, est d'une faiblesse qu'on ne peut expliquer que par l'état de santé où se trouvait malheureusement l'auteur lorsqu'il l'a publié. La connaissance des diverses formations secondaires de la Péninsule était certainement à cette époque beaucoup plus avancée que cet Essai ne le laisse supposer, et, ce qui nous oblige à insister à cet égard, c'est qu'en outre une parfaite équité est loin d'avoir présidé à sa rédaction. On n'y trouve pas même rappelés les noms des géologues qui depuis dix ans ont le plus contribué au progrès de la science dans ce pays, tandis qu'on y voit mentionnés à chaque page des auteurs qui n'y ont jamais mis le pied.

Pour ne citer ici qu'un fait qui se rapporte au sujet du présent volume, nous signalerons le passage (p. 21) où Ezquerra del Bayo mentionne la découverte, due à M. Vilanova, des fossiles de Carlet. Tout lecteur non prévenu en conclurait certainement qu'aucun fossile du muschelkalk n'avait encore été rencontré auparavant en Espagne; or, nous avons démontré, par les faits et les dates, à qui revenait l'honneur de cette découverte, non pas sur un seul point, mais dans plusieurs localités éloignées les unes des autres, ce qui était beaucoup plus important.

Nous regrettons d'avoir à exprimer cette opinion sur le dernier travail d'un savant de mérite, qui a rendu des services réels à la science et à son pays, comme nous l'avons souvent constaté, mais la plus simple justice nous faisait un devoir d'en agir ainsi.

---

# CHAPITRE VII.

## FORMATION TRIASIQUE DE L'ITALIE.

La présence de roches appartenant à la période du trias n'a encore été reconnue, d'une manière authentique, que sur un point de la péninsule italique, c'est-à-dire en Toscane; mais nous aurons à la constater sur une partie considérable du versant méridional des Alpes, dans le Piémont, le Milanais, le Tyrol et les provinces vénitiennes.

### § 1. — Toscane.

M. L. Pareto (1) pensait qu'il pouvait exister quelques lambeaux de trias au cap Corvo et près de la Spezzia, tandis que M. Coquand (2), qui croyait avoir reconnu dans la Toscane les calcaires jurassiques, le lias supérieur et inférieur, puis les systèmes dévonien, silurien et cambrien, n'y signale précisément ni le terrain houiller, ni le trias dont l'existence a été démontrée depuis. M. Studer (3), qui, après M. Savi et d'autres géologues, a décrit le *verrucano* de ce pays, ne se prononce pas sur son niveau géologique, et quelques observateurs (4) ont pu le regarder comme un équivalent ou du *rothe todte Liegende* ou de quelque terme du trias.

Mais en 1851, MM. Savi et Meneghini (5) ont résolu la double question qui avait si vainement occupé leurs prédécesseurs, et cela indépendamment de celle non moins importante relative aux marbres blancs saccharoïdes dont nous avons parlé (*antè*, vol. VII, p. 313). Ils ont en effet démontré qu'à partir des schistes cristallins ou du gneiss, les roches désignées par l'expression locale de *verrucano*

---

(1) *Atti della secunda riunione degli sc. italiani*. Torino, 1840, p. 108.

(2) *Sur les terrains stratifiés de la Toscane* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 155-197, 1845).

(3) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 28, 1851.

(4) J. Fournet, *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 198, 1842.

(5) *Osservazioni stratigrafiche e paleont. concernenti la geologica della Toscana*, p. 13, in-8°. Florence, 1851.

devaient être rangées dans la période carbonifère, et qu'au-dessus, avant d'atteindre ces calcaires marbres ou saccharoïdes, on rencontrait un ensemble de couches qui devait représenter le trias. Ces couches, qui sont particulièrement des calcaires gris-sale, sans silex, recouvrent transgressivement le verrucano aux bains de San-Giuliano, dans la vallée d'Asciano, et d'une manière concordante au-dessus de Levigliani. Elles sont très développées dans la Panie, les Monts-Pisans, dans le Campigliese, etc.

On peut y distinguer deux assises principales, la supérieure composée d'un calcaire blanc ou blanchâtre, à grains plus ou moins salins, et toujours la plus développée, l'inférieure de calcaires gris-foncé, compactes, dégageant sous le choc une odeur bitumineuse, dépourvus de silex ou n'en présentant que très rarement. Ces derniers se rencontrent dans les Monti-Oltre Serchio (1). Tantôt les deux assises passent de l'une à l'autre comme au mont d'Avane, tantôt on observe une interruption brusque dans la stratification et même une discordance comme sur la droite du chemin de Pietra à Padule. On voit aussi des alternances de ces calcaires avec le verrucano sur la limite sud-est de la Toscane, dans le Grossetano, l'Orbitellano, à Colle-Longo et au promontoire Argentale. Entre San-Giuliano et Asciano on y a rencontré des Térébratules, des *Myophoria*, des *Turbo*, etc.

Le calcaire compacte ne se voit point partout au-dessous de la grande masse des calcaires blancs à grain salin que nous avons rapportés avec doute au lias inférieur (*antè*, vol. VII, p. 314). Il manque, en effet, quelquefois, ou bien prend la texture cristalline des marbres placés au-dessus. Les variétés d'une teinte grise uniforme, ou celles qui présentent diverses nuances et dont la texture est saccharoïde, constituent les marbres estimés, connus sous le nom de *bardigli* et exploités dans les montagnes de la Cappella, de Molina, de Stazzema dans le Seravezzino, au mont Rombola près Campiglia, etc. Ces modifications de la roche semblent dues à des actions métamorphiques plus ou moins prononcées.

Dans la seconde partie de ce travail (p. 60), où les auteurs ont repris l'examen de la même série en sens inverse ou de haut en bas; ils ont décrit d'abord le verrucano dans lequel ils ont découvert des plantes de la période carbonifère, puis, revenant au calcaire gris sans silex, son manque d'indépendance à la fois et du verrucano et des

(1) P. Savi, *Sulla costituzione dei Monti Pisani*, p. 31, 1846.

calcaires marbres semble leur laisser encore quelque doute sur son parallélisme avec un terme quelconque du trias, doute que dissiperait enfin la présence d'une coquille très voisine de la *Myophoria curvirostris*. Cette conclusion se trouve admise sans restriction dans le *Tableau général de la géologie de la Toscane* qui termine et résume ce travail.

Le mémoire que publia deux ans après M. Meneghini (1) ne nous fait rien connaître de plus sur ce sujet, et celui de M. Cocchi (2) a confirmé les résultats précédents sans y rien ajouter non plus de bien essentiel, si ce n'est que nous y trouvons citée l'*Avicula socialis* avec la *Myophoria curvirostris* dans les Monts-Pisans. Les schistes, les anagénites avec les calcaires alternants décrits par M. Coquand au Mont-Argentaro, à la partie supérieure du verrucano, appartiendraient encore au trias. Enfin la coupe si intéressante et si instructive de l'Apennin central, donnée par MM. Spada Lavini et Orsini (3), fait voir que les roches les plus basses observées jusqu'à présent dans cette chaîne ne descendent pas au-dessous des dolomies du lias. Nous ne connaissons point d'ailleurs encore de carte géologique sur laquelle le trias ait été marqué en un point quelconque de la Péninsule.

### § 2. — Versant méridional des Alpes. Piémont.

Le long des Alpes maritimes, M. Pareto (4) a rapporté au trias et peut-être au grès rouge des conglomérats rouges, grossiers et sableux, des quartzites, quelquefois des schistes talqueux plus ou moins puissants qui entourent la masse principale de gneiss et de micaschiste, depuis le Mont-Pebrun jusque dans le voisinage du col de Tende et de la vallée d'Uermanaga, à travers celles du Tanaro et de la Bormida jusqu'à la mer, entre Albesola et Savone.

Nous mentionnerons ici, à titre de renseignement et sans prétendre en aucune façon résoudre une question que le savant auteur de la carte géologique du Piémont a regardée lui-même comme

(1) *Nuovi fossili toscani*, etc. (*Annali dell' Università toscana*, vol. III).
(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. XIII, p 235, 1856.
(3) *Ibid.*, vol. XII, p. 1202, pl. 32, 1855.
(4) *Atti della secunda riun. degli sc. italiani*, p. 108, Torino, 1840. — Voy. aussi : *Bull.*, 1ʳᵉ sér., vol. III, p. 188, 1833.

très douteuse, les roches qu'il a désignées sous le nom d'*infraliasiques* (1), tant dans les Alpes maritimes et du Piémont que dans celles de la Savoie. Ce sont des poudingues schisteux, des quartzites, etc., reposant sur les roches cristallines, primitives ou métamorphiques, et surmontés de schistes argileux ou ardoisés et de calcaires schisteux cristallins avec des Bélemnites et d'autres fossiles. La discordance de ces deux séries ne permet pas à M. A. Sismonda de les réunir, mais d'un autre côté il ne se croit pas suffisamment autorisé par cette seule circonstance à les regarder comme constituant deux formations indépendantes. Nous verrons que M. Fournet a cru trouver, dans les conglomérats infraliasiques du géologue piémontais, les représentants du trias et de la formation carbonifère.

Le poudingue est composé de cailloux des roches cristallines sous-jacentes. Il ne les entoure pas complétement, et là où il manque on trouve l'un des dépôts subséquents. Dans les Alpes qui circonscrivent le bassin supérieur du Pô, il n'y a point de poudingue de cette époque, mais un quartzite à grains plus ou moins gros, tantôt homogène, tantôt micacé ou feldspathique. Il est très développé au sud de Pinerolo, sur tout le Mont-Bracco, non loin de Borge où il est micacé et feldspathique. Il s'étend de ce point dans les premiers contre-forts des Alpes maritimes, où souvent il vient affleurer sous les schistes et les calcaires schisteux cristallins au-dessus desquels on en observe qui sont bréchoïdes ou bien homogènes et en bancs épais.

Les points où les roches précédentes sont particulièrement signalées dans le tableau joint au mémoire sont : Trient, Allevard, La Ferrière, Valorsine, Ugine, Flumet, les Ouches ? Petit-Cœur, col du Bonhomme, vallées de la Stura di Lanzo, de la Dora Riparia ? le Mont-Bracco ? Barge, les contre-forts de la Besimanda ? de Mondole ?, etc.

On doit faire remarquer que sur la *carte géologique d'une partie des Alpes comprise entre le Mont-Blanc et la vallée de la Stura*, ainsi que dans les profils qui accompagnent le travail de M. Sismonda, il n'est point question de ces *roches infraliasiques*. On ne voit même pas sous quelle teinte ou sous quelle désignation elles peu-

---

(1) *Classificatione dei terrini stratificati delle Alpi*, etc. (*Mém. de l'Acad. des sc. de Turin*, 2ᵉ sér., vol. XII, 1852).

vent être comprises, de sorte que leur position géologique et leur distribution géographique ne se trouvent indiquées nulle part dans la partie la plus essentielle du mémoire. Les observations générales de l'auteur que nous avons déjà rapportées (*antè*, vol. VII, p. 236) montrent bien d'ailleurs et la difficulté du sujet et toute la réserve qu'il devait apporter dans ses appréciations.

## § 3. — Milanais.

Observations générales.

On a déjà vu (1) combien les montagnes secondaires du sud des Alpes, comprises entre le lac Majeur et le lac de Garde, avaient depuis trente ans exercé la sagacité des géologues et quelles difficultés ils avaient rencontrées pour classer, dans les formations crétacée et jurassique, une partie des roches qui les constituent. L'exacte détermination des dépôts plus anciens, souvent confondus avec les précédents, ne s'est pas faite plus rapidement. La distinction des assises comprises entre le lias et les roches cristallines, ainsi que l'établissement de leurs vrais rapports géologiques et stratigraphiques remontent à peine à quelques années, et nous verrons qu'à leur égard, comme pour les dépôts secondaires moins anciens, les opinions les plus diverses se sont également produites. Nous éviterons de revenir sur les points dont nous avons déjà traité, mais nous y renverrons souvent le lecteur afin qu'il puisse relier plus facilement l'ensemble des faits, et nous nous bornerons à exposer, avec tous les développements nécessaires, ce qui concerne les dépôts regardés aujourd'hui, par les géologues les plus compétents, comme appartenant aux divers termes du trias.

M. Pasini, avons-nous dit (2), rapportait en 1831 au *rothe todte Liegende* les grès de Cisenach, dans la péninsule de Morcote, sur le lac de Lugano et des conglomérats rouges reposant sur les schistes cristallins; un banc mince de calcaire argileux subordonné devenait pour l'auteur un représentant du zechstein, et les calcaires noirs superposés, recouverts par la dolomie, étaient l'équivalent du muschelkalk. Quant à la dolomie de la montagne de San-Salvatore, elle

(1) *Antè*, vol. V, p. 70, et vol. VII, p. 238 et suivantes.
(2) *Antè*, vol. VII, p. 240. — Voy. aussi ; *Atti verbali della ottava riunione degli scienz. italiani*, 1846 (*Geologia e mineralogia*), *compilati da A. de Zigno*, p. 43. Padoue, 1849.

appartenait à la formation jurassique comme d'autres calcaires des environs de Varenna, du lac de Como, du Tyrol, etc.

**Cartes géologiques générales.**

La première et la seule indication que nous trouvions portée sur une carte géologique de l'existence du trias dans le Milanais se voit au nord-ouest du lac d'Istria ou d'Idro, non loin de la source de la Mela (1). C'est un lambeau très circonscrit, mais que les observations subséquentes ont beaucoup étendu. Néanmoins il n'a pas été reproduit sur la carte de H. de Collegno (2), dont plusieurs parties, comme on l'a déjà dit, avaient été coloriées à un point de vue particulier que n'ont point confirmé les géologues venus après lui. Relativement à la présence et au développement du trias dans cette partie de l'Italie, il a reconnu peu après l'importance de cette omission (3). Sur la carte géognostique de la monarchie autrichienne (4) on voit marquée, entre le val Camonica et Bellano sur le lac de Como, une large bande de grauwacke et de schistes (*Thonschiefer*, *Grauwacke*), s'appuyant au nord sur les roches cristallines et recouverte au sud par le *calcaire alpin*. Sous cette dernière dénomination sont compris tous les dépôts secondaires qui s'étendent du lac Majeur au lac de Garde.

**Premières recherches de M. G. Curioni.**

Au-dessus du gneiss de la Lombardie, disait vers le même temps M. Curioni (5), viennent des espèces de grauwacke à nodules siliceux, des bancs épais de conglomérats et des roches arénacées s'élevant jusqu'à la limite des neiges perpétuelles. Aux grès rouges qui forment la partie la plus récente de ces dépôts succède un calcaire magnésien compacte, gris de cendre, avec des grains de quartz et des veines spathiques. A partir de Taceno, il s'élève presque verticalement sur le Mont-Muccio, et de Barconcelli dans la vallée du Varrone il s'étend vers le rivage de Bandino sans renfermer de fossiles. Les roches clastiques sont consolidées par un ciment siliceux, argileux et ferrugineux, micacé ou bien talqueux, ou encore par de la silice seule formant des bancs qui alternent avec les poudingues. Ces assises sont discordantes par rapport aux roches cris-

---

(1) De Dechen, *Geognostische Uebersichts-Karte*, etc. Berlin, 1839.
(2) *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*. Paris, 1844.
(3) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 577, 1847.
(4) *Geognostische Uebersichts-Karte*, etc., publiée sous la direction de M. W. Haidinger, en 9 feuilles. Vienne, 1845.
(5) *Sui terreni di sedimento inferiore dell' Italia settentrionale*, p. 21 (*Mem. dell' I. R. Istituto Lomb. di sci. lett. ed arti*, vol. II, aprile, 1845).

tallines sous-jacentes qui ont fourni les fragments de schistes siliceux, talqueux et micacés, tandis que l'origine des cailloux de porphyre rouge est moins certaine. Les grès rouges associés aux conglomérats, et que l'auteur présume pouvoir être mis en parallèle avec le *rothe todte Liegende* de l'Allemagne, renferment des bancs de fer carbonaté, de quartzite, de chalcopyrite, des traces de soufre et de mercure (val Varrone, val Bondione, vallée du Dezzo, val Camonica, vall' Alta). Après ce grès se sont déposés les schistes argileux remplis de fer carbonaté, qui fait la richesse de plusieurs des vallées de la Lombardie, du Tyrol, de la Styrie et de la Carinthie.

A ces roches succèdent, dans le Tyrol italien et la Vénétie, le calcaire alpin et le trias; mais dans la Lombardie l'existence de cette dernière formation n'était pas encore bien démontrée pour M. Curioni, quoiqu'il en soupçonnât des lambeaux dans le val Sassina, le val Brembana et le val de Dezzo. Quelques fragments d'*Encrinus liliiformis* et *moniliformis*, rencontrés dans le calcaire à lamelles talqueuses qui surmonte le grès rouge des hauteurs entre le val Sassina et le lac de Lecco, venaient appuyer cette présomption. Ce calcaire est recouvert à son tour par un second grès rouge, très feldspathique, micacé, à grain fin, solide, auquel succèdent une dolomie charbonneuse, puis le calcaire marno-charbonneux avec des débris de reptiles, et les poissons lépidoïdes décrits par M. G.-B. Crivelli, dont nous avons déjà parlé (1). Dans les montagnes d'Ésino, des dolomies remplies de fragments d'Apiocrinites se montrent encore au-dessus de ces calcaires.

Ces premières indications étaient sans doute bien vagues, mais dans leur réserve elles étaient préférables aux rapprochements plus affirmatifs, mais non mieux démontrés qui les avaient précédées. De son côté M. Studer avait été frappé de la ressemblance avec les marnes irisées des couches des environs de Camerata dans le val Brembana où elles plongent au S. sous les calcaires de San-Pellegrino. Un fossile découvert dans cette dernière localité par miss E. Whately, et décrit par de Buch (2) sous le nom de *Trigonia*

(1) *Antè*, vol. VII, p. 249.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 348, 1845. — *Bericht über die z. Bekann. geogn. Verhandl. d. Kön. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, 1845, p. 25. — Voy. aussi : Escher, *Neu. Jahrb.* et *Geol. Bemerk. über das Nördl. Vorarlberg*, etc. Zurich, 1853.

*Whatelyæ*, annonçait aussi une forme que l'on croyait particulière au muschelkalk non encore signalé dans ce pays.

M. Curioni (1) fit connaître en 1849 les fossiles qu'il avait recueillis dans le trias du val di Scalve. Ce sont : *Encrinites moniliformis*, Mill., *Posidonomya minuta*, Bronn, *Myacites fassaensis*, Wissm., *Trigonia Whatelyæ*, de Buch, *T. vulgaris*, Voltz, *Halobia Lommeli*, Wissm., *Plagiostoma lineatum*, Voltz, empreintes de *Lima gibbosa*, Cat. non Sow. ? *Arca triasina*, Rœm., *Nucula lineata*, Gold., *Terebratula cassidea*, Dalm., *Ammonites Aon evolutus*, Münst., Quenst., *A. punctatus*, *Goniatites Ottonis*, de Buch. Malgré les doutes que doivent inspirer une ou deux de ces déterminations, la plupart de ces espèces indiquent des formes triasiques bien prononcées. L'auteur s'était jusqu'alors principalement appuyé sur les caractères pétrographiques pour soutenir la présence dans ce pays de roches plus anciennes que le lias, et il montre actuellement que le long du Caffaro toute la série du trias placée verticalement traverse la rivière de l'E. à l'O. sur le point même où se trouve Bagolino.

Cartes de MM. Studer et Escher de la Linth.

Sur l'Esquisse géologique du système des Alpes, jointe à son premier volume de la géologie de la Suisse (2), M. Studer indique, au sud de Sondrio, et s'appuyant contre les schistes cristallins de la rive gauche de l'Adda, un massif de schistes et de calcaires rapportés à l'époque paléozoïque. Au sud, adossée à ce dernier depuis le lac de Como jusqu'à la vallée de l'Oglio, règne une longue bande désignée comme *trias* et *verrucano*. Un autre massif considérable qui serait de même nature est situé au nord-est du lac d'Iseo ; enfin un dernier lambeau isolé est marqué entre le val Brembo et le val Serio, le tout se trouvant circonscrit ou limité au sud par des roches jurassiques ou crétacées.

La carte géologique de la Suisse, publiée en 1853 par MM. Studer et Escher de la Linth (3), a apporté des changement notables à cette classification. La grande bande est-ouest dont nous venons de parler n'est plus désignée que comme *verrucano*, et il en est de même du massif situé au nord-est du lac d'Iseo ou entre ce lac et la

(1) *Wiener Zeitung*, 5 mai 1849. — *Nota di alcune osservazioni fatte sulla distrib. dei massi erratici* (*Giorn. dell' I. R. Istituto Lomb. di sc.*, etc., *nov. ser.*, vol. II, 1851).
(2) In-8°, 1851.
(3) En 4 feuilles.

vallée de la Chiese, tandis que tout ce qui au sud était colorié comme jurassique et crétacé se trouve être désigné sous le nom de *trias*. Celui-ci est limité dans cette direction par une zone étroite de calcaire jurassique, depuis le lac de Garde jusqu'à la vallée du Serio, et de cette vallée au nord-ouest jusqu'au lac de Como; sur les bords du lac de Lugano il l'est par le lias. Cette grande surface triasique ainsi comprise entre le lac de Garde et Lugano, de largeur très inégale, renferme des représentants des couches de Saint-Cassian ($t^4$) (1), des dolomies triasiques (*t* ponctué), des marnes irisées ou *Keuper* ($t^3$) (en un point au sud d'Introbbio), du muschelkalk ($t^2$), puis des calcaires triasiques indéterminés (*t*).

Dans la réduction de cette même carte que ses savants auteurs ont donnée deux ans après (2), de nouvelles modifications assez importantes ont été introduites. Ainsi l'étage de Saint-Cassian ($t^4$) est devenu les *couches de Kössen* que l'on a vues appartenir au quatrième étage du lias, et un second lambeau de marnes irisées ($t^3$) a été marqué entre le val Brembana et Gorno, entourant le muschelkalk ($t^2$).

Les recherches qu'a publiées M. Curioni sur la série normale des divers termes qui composent la formation triasique de la Lombardie (3) paraissent avoir beaucoup contribué à débrouiller ce sujet déjà si souvent traité, mais non toujours avec la suite et la méthode indispensables dans un pays très accidenté, où les systèmes de couches sont discontinus, diversement enchevêtrés et de caractères variables à de petites distances.

Observations récentes de M. G. Curioni.

L'auteur décrit particulièrement les roches de la vallée de Pezzaze, ramification occidentale du val Trompia, le long du torrent de Gandina, puis celles de la rive orientale du lac d'Iseo,

---

(1) Nous sommes obligé d'employer ici, par avance, plusieurs expressions telles que *couches de Saint-Cassian*, *couches de Raibl*, *schistes de Werfen*, etc., dont le sens ne pourra être expliqué et bien compris que lorsque nous aurons étudié le Tyrol, la Carinthie, les Alpes de l'Autriche, etc., où elles ont été appliquées pour la première fois.

(2) *Geologische Uebersichtskarte der Schweiz*, une feuille, 1855.

(3) *Sulla successione normale*, etc. (*Giorn. dell' I. R. Istituto Lomb. di scienz., lett. ed arti*, vol. VII, 25 juin et 14 juillet 1855, 1 pl. de fossiles et 2 coupes. — Traduct. et annotations par M. de Hauer, *Jahrb. der K. K. geol. Reichsanst.* — *Berichte über die Sitzung der K. K. geol. Reichsanst.*, 4 déc. 1855. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 736.

depuis Goveno jusqu'au val Finale au-dessous de Toline. En suivant le torrent de Gandina, il a observé la série suivante, de bas en haut.

Les *schistes siliceux micacés* qu'on rencontre d'abord diffèrent du micaschiste et rappellent la grauwacke des autres pays. Souvent les strates sont ondulés et plissés en zig-zag. On y trouve du fer carbonaté plus ou moins abondant et quelques autres substances minérales ainsi que des nodules de quartz. On n'y rencontre point de fossiles en cet endroit, mais dans d'autres localités de la Lombardie des dolomies bleues, en bancs subordonnés à des schistes semblables à ceux-ci, paraissent en renfermer.

Le *grès rouge*, que nous verrons sur le versant septentrional des Alpes border au nord la grauwacke et être à son tour recouvert au sud par le calcaire alpin, se trouve placé de même sur le versant méridional lorsqu'on applique au muschelkalk cette dénomination de *calcaire alpin*. On peut observer ce dernier dans la vallée de Pezzaze le long du torrent, surmontant le grès rouge comme celui-ci les schistes siliceux. La première couche qui succède au schiste est une sorte de boue argileuse rouge avec du sable quartzeux ; puis viennent des bancs de grès réguliers peu épais et une assise arénacée sans stratification distincte. Quelquefois la roche est remplie de petits cailloux de quartz blanc réunis par un ciment siliceux blanchâtre. Ailleurs les cailloux sont rares, entourés d'un enduit ferrugineux. On y trouve quelques fragments de porphyre rouge. La roche, d'un rouge intense en dehors, est souvent grise ou verte au dedans. Ce dépôt qui, suivant M. Curioni, serait à la fois d'origine chimique et mécanique, a une épaisseur d'environ 340 mètres, non compris les schistes arénacés ou argileux qui sont au-dessus. Sur la carte géologique de la Suisse dont nous venons de parler, le grès rouge est réuni au *verrucano* avec les schistes métallifères qui le recouvrent, mais les fossiles de ces derniers, bien qu'à l'état d'empreintes, sont assez caractéristiques du trias pour s'opposer à ce rapprochement. On peut néanmoins rester incertain si le tout doit être regardé comme l'équivalent du grès bigarré ou bien si la partie inférieure ne serait pas plus ancienne que ce dernier.

Les *schistes arénacés et argileux*, séparés provisoirement du grès rouge, sont en lits minces et à grains plus fins. Le ciment calcaire commence à remplacer le ciment siliceux et argileux. La teinte rouge est moins prononcée ; des bancs calcaires, marneux ou ferrugineux, y sont subordonnés, et des bancs de fer carbonaté y ont été

exploités. Au-dessus de ce niveau, les schistes reprennent leurs teintes ordinaires rouges et vertes ; leur épaisseur totale est de 130 mètres. Çà et là s'y montrent la baryte sulfatée, le fer sulfuré, du manganèse et du mercure sulfuré. Au-dessus des bancs métallifères ont été rencontrées les empreintes de fossiles du val Trompia (*Myacites fassaensis*, une coquille voisine de la *Lima gibbosa*, Cat., non Sow.) (1) et une autre rappelant l'*Avicula venetiana* de Hau. (2).

La roche désignée par M. Curioni sous le nom de *calcaire farineux* est blanc-jaunâtre, composée de veinules entre-croisées de chaux carbonatée en petits cristaux et dont les vides sont en partie remplis d'une poussière dolomitique. C'est donc une sorte de rauchwacke dont l'épaisseur est de 150 mètres. Les *marnes gypsifères* sont des masses d'argile blanchâtre ou bleuâtre dont la véritable position paraît être assez obscure.

Passant à l'examen de la rive orientale du lac d'Iseo, l'auteur fait remarquer d'abord que lors du sixième congrès des savants italiens à Milan, de Buch avait rapporté au lias les céphalopodes trouvés à Besano, dans les schistes bitumineux dolomitiques, opinion qu'il avait alors adoptée lui-même ainsi que d'autres géologues, puis il décrit au-dessus de Goveno, comme représentant le muschelkalk, des bancs calcaires assez épais, d'aspect bréchoïde, noirs, traversés de veines spathiques jaune d'or, ressemblant au marbre de Porto-Venere (3). Sur les hauteurs qui environnent Toline, ces bancs assez épais, bien stratifiés, ont jusqu'à 400 mètres de puissance totale. On y trouve des articulations d'*Encrinus liliiformis*, Lam., des Nautiles déformés, des Cératites, la *Terebratula vulgaris*, etc.

Au-dessus de ce muschelkalk viennent des couches rapportées aux marnes irisées et courant N.-O., S.-E. Ce sont d'abord des grès à gros grains, puis à grains fins de quartz blanc, un peu micacés, à ciment calcaire, ferrugineux et magnésien, qui, malgré sa teinte rouge, les fait différer du grès bigarré auquel ils ressemblent à d'autres égards. Vers le haut, la roche devient de plus en plus fine et terreuse et présente diverses variétés. Le *Calamites arenaceus* et le *Pterophyllum Jægeri* y ont été rencontrés.

---

(1) *Mémoire sur la géognosie des Alpes vénitiennes* (*Ann. delle sc. natur. di Bologna*, pl. 4, 1846).

(2) *Mém. sur les fossiles recueillis par Fuchs dans les Alpes vénitiennes* (*Denkschr. der K. K. der Wissensch.*, etc. Vienne, 1851).

(3) *Antè*, vol. V, p. 112.

Les *schistes calcaréo-marneux*, analogues à ceux de Saint-Cassian, sont parfaitement concordants avec les roches précédentes. Ils sont noirs et de composition variable. Tantôt c'est une argile schisteuse noire avec peu de calcaire, tantôt c'est l'inverse. Quelquefois ils renferment des lits minces de grès blanc, ou bien ils se délitent en petits fragments, tandis que sur d'autres points ils sont très résistants. Leur épaisseur est difficile à apprécier avec exactitude. Les premiers bancs qui succèdent aux grès des marnes irisées renferment une *Cardinia*, signalée ailleurs avec la *Trigonia Whatelyæ* (1), la *Trigonia Kefersteini* (*Cryptina raibliana*), Boué (2), et d'autres fossiles peu déterminables.

Les *dolomies supérieures aux couches de Saint-Cassian*, en bancs nombreux recouvrant les précédents, et que l'on observe en suivant la ligne des montagnes du lac d'Iseo par Goveno et Marone, sont traversées par des veines de calcaire spathique concrétionné. La roche est blanchâtre, de teinte cendrée ou noirâtre. On y trouve, dans sa partie moyenne, une *Avicula?* et le *Cardium triquetrum*, Wulf., que M. Curioni croit différer du *Megalodus scutatus*, Schafh. (3). Le *Tauroceras thiara*, id. (4), a été rencontré dans une dolomie placée au même niveau. M. E. de la Linth, dans le catalogue des fossiles appartenant à l'horizon de Saint-Cassian avait signalé des Natices et des *Chemnitzia* dans le calcaire gris des monts d'Esino, mais sans parler des relations stratigraphiques de ce calcaire. Il y cite la *Natica maculosa*, Klipst., des Posidonomyes et des Sigarets figurés par M. Catullo (5), enfin, l'*Halobia Lommeli*, d'où M. Curioni conclut que ce calcaire gris clair doit se rattacher géologiquement à la dolomie précédente.

Après une longue et consciencieuse discussion des faits, ce dernier géologue se résume en regardant son grès rouge comme le représentant des schistes de Werfen placés dans le Tyrol entre la grauwacke et les divers membres du calcaire alpin (muschelkalk). Les calcaires magnésiens farineux qui viennent au-dessus sont sem-

---

(1) De Buch, *Neu. Jarhb.*, 1845.
(2) *Antè*, vol. VII, p. 283, *nota*.
(3) *Ibid.*, p. 390, *nota*.
(4) *Neu. Jahrb.*, 1855. — *Geognost. Untersuch. d. Sudb. Alpengeb.*, Munich, 1851.
(5) *Remarquès sur la géogn. paléoz. des Alpes vénitiennes* (*Nuovi ann. delle sc. nat. di Bologna*, pl. 1, 1846).

blables au calcaire terreux, jaunâtre de la Vénétie, reposant sur le grès bigarré de ce dernier pays et inférieur au gypse et au muschelkalk. Les dolomies bitumineuses des environs du lac de Lugano avec des fossiles du trias et quelques-uns de ceux des bords du lac de Como (au sud de la galerie de Bellano) appartiendraient au même horizon. Les argiles gypseuses du val Trompia et de Goveno occuperaient le niveau où on les observe ordinairement. Le calcaire noir, toujours fort puissant, représenterait le muschelkalk. L'auteur y rattache le calcaire noir quelquefois magnésien, superposé à la dolomie au sud de la galerie de Bellano, et qui renferme la *Posidonomya Moussoni*, Mér., les poissons de Perledo, le reptile de cette localité et d'autres fossiles indéterminés. Les marnes irisées et les couches de Saint-Cassian occupent ici leur place habituelle. Les dolomies que Girard (1) réunissait à ces dernières, ainsi que MM. de Hauer, Escher de la Linth, Bronn et M. Curioni lui-même, semblent à ce dernier pouvoir être actuellement rapprochées du lias inférieur. Dans la Lombardie, le *Cardium triquetrum* n'a jamais été cité que dans cette assise, et les autres fossiles qu'on y trouve diffèrent de ceux du lias. Ces couches sont toujours en relation intime avec celles de Saint-Cassian placées dessous et avec les calcaires gris à *Rostellaria* et *Natica* au-dessus, où existerait encore, suivant l'auteur, l'*Halobia Lommeli*. Les assises avec des fossiles vraiment liasiques ne se montrent que rarement et peut-être même jamais ailleurs qu'au pied ou sur les pentes de ces mêmes roches, de sorte que la place définitive des dolomies précédentes et des calcaires gris pourrait être encore douteuse dans une classification générale.

M. de Hauer (2), dans la traduction allemande qu'il a donnée de ce travail, fait remarquer que M. Curioni avait placé les couches à *Trigonia Kefersteini* et *Whatelyæ*, qu'il regarde comme les équivalents des schistes de Raibl (Carinthie), avec ceux de Saint-Cassian, ce qui, au premier abord, peut paraître vraisemblable, mais n'empêche pas que la plupart des fossiles et même les plus nombreux de la première de ces localités ne diffèrent de ceux de la seconde. A Raibl, les schistes avec *Trigonia Kefersteini*, reposent sur des schistes noirs avec *Ammonites Aon*, *Halobia Lommeli*, des crus-

(1) *Neu. Jahrb.*, 1843.
(2) *Jahrb. der K. K. geol. Reichsanst.*, n° 10, 1855.

tacés, des poissons et des plantes, circonstance qui fait penser à M. de Hauer qu'ils occupent réellement un horizon plus élevé que celui de Saint-Cassian, tandis que ce dernier devrait être ramené au niveau des marnes irisées ou *Keuper* de M. Curioni.

En outre, ce dernier géologue ayant dit, comme nous l'avons rappelé, que l'*Halobia Lommeli* était associée avec les *Chemnitzia* et les Natices d'Esino, au-dessous et au-dessus de la dolomie à *Cardium triquetrum*, on pouvait présumer que, trompé par la ressemblance des roches, il avait réuni le calcaire et la dolomie qui appartiennent à deux niveaux distincts. La dolomie, avec ses schistes du lac d'Iseo, fait certainement partie du calcaire de Dachstein ou lias inférieur, tandis que celle de la vallée d'Esino avec le calcaire gris doit être mise en parallèle avec les masses de dolomie qui, à Raibl, sont inférieures aux schistes de cette localité et contiennent des *Chemnitzia* et des Natices semblables à celles d'Esino.

Afin de répondre à ces objections, M. Curioni (1) a étudié de nouveau les vallées où se trouvent développées les parties supérieures du trias, et il a repris l'examen des montagnes qui bordent le lac d'Iseo au-dessus de Toline, dont la description avait provoqué les observations précédentes. Il désirait surtout s'assurer si la place assignée aux marnes irisées (*Keuper*) était la vraie, si les schistes à *Trigonia Kefersteini*, indiqués à Toline comprenaient réellement aussi, de ce côté des Alpes, les dolomies et les calcaires avec *Chemnitzia* et Natices d'Esino, et enfin par quels motifs ce système de couches n'était pas visible au-dessous des schistes précités dans les montagnes de Toline, ce qui l'avait conduit à admettre que ceux-ci étaient au contraire en relation avec la dolomie au sud de ce point et que cette dolomie devait être contemporaine de celle d'Esino. A cet effet il a examiné la partie supérieure de la vallée du Dezzo où l'on voit en place les dépôts postérieurs au muschelkalk et inférieurs au calcaire à *Chemnitzia*, dit *calcaire d'Esino*. Il a suivi les couches triasiques le long de la partie inférieure de cette même vallée, et les conclusions auxquelles il a été amené sont résumées dans le tableau ci-joint qui représente la série des divers termes du trias de la Lombardie, en allant de bas en haut :

---

(1) *Appendice alla memoria sulla successione normale*, etc. (*Mem. dell' I. R. Istituto di scienze, lett. ed arti*, vol. VII, fasc. 3, avec pl. et coupes. Milan, 1858).

Schistes micacés, amphiboleux, talqueux, etc.

**Grès bigarré.**

Grès des Vosges et grès bigarré (*Æthophyllum speciosum*, Schloth.).
Schistes argileux ferrifères du grès bigarré (*Myacites fassaensis*, Wissm., *Avicula venetiana*, de Hau., *Pecten Margheritæ*, id., *Naticella costata*, Münst., petites Trigonies et autres fossiles indéterminés).

**Muschelkalk.**

Calcaire farineux, dolomitique et dolomie sans fossiles.
Argiles gypseuses, inférieures, sans fossiles.
Muschelkalk (*Nautilus*, *Ceratites*, *Encrinus liliiformis*, Lam., *Terebratula vulgaris*, Schloth., *Cyathophyllum*).

**Marnes irisées et couches de Saint-Cassian, représentées seulement dans la plus grande partie de l'Europe par les marnes irisées.**

Marnes irisées et couches inférieures de Saint-Cassian. (*Pterophyllum Jægeri*, Ad. Brong., *Equisetites columnaris*, Stern., *Halobia Lommeli*, Wissm., *Ammonites Aon*, Münst., *A.*, id., *nudus*, Quenst. *A. cassianus*, id., *A. pemphix*, Mer., *A.* de la section des *globosi*).
Dolomie et calcaire d'Esino (couches moyennes de Saint-Cassian). *Turbo depressus*, Hörn., *Natica comensis*, id., *N. Meriani*, id., *N. lemniscata*, id., *Chemnitzia eximia*, id., *C. gradata*, id., *C. Escheri*, id., *Patella lineata*, Klipst., *Ammonites* de la section des *globosi*, *Sigaretus Curioni*, Catul., *Encrinus liliiformis*, Lam., *Halobia Lommeli*, Wissm.).
Schistes calcaréo-argileux de Dossena (*Myophoria Kefersteinii*, d'Orb. (schistes de Raibl), couches supérieures de Saint-Cassian, comprenant aussi les trois assises suivantes (*Myophoria Kefersteini*, d'Orb., *M. elongata*, Hau., *M. Whatelyæ* (*Trigonia*), de Buch, *Myoconcha Curioni*, Hau., *M. langobardica*, id., *Pecten filosus*, id., *Gervillia bipartita*, Mer.).
Argiles gypsifères supérieures (sans fossiles sur ce point).
Calcaire noir poreux (sans fossiles).
Dolomie avec *Cardium triquetrum*, Wulf. (1), *Gervillia salvata*, Brunn., avec d'autres Gervillies, des *Trochus*, des *Nucula* et d'autres fossiles, tous différents des espèces des couches suivantes.

Schistes de Guggiate avec *Megalodus scutatus*, Schafh. (couches de Kössen), (*Ammonites Conybeari*, Sow., *Hemicidaris florida*, Mér., *Pentacrinus*, *Spirifer uncinatus*, Schafh., *Terebratula cornuta*, Suess, *Plicatula intustriata*, Emm., *Avicula Escheri*, Mér., *Pholadomya lagenalis*, Schafh., *Pecten Falgeri*, Mér., *Cardium austriacum*, Hau., *Gervillia inflata*, Schafh., *Caryophyllia liasica*, Quenst., etc., dans les bancs à polypiers).

---

(1) L'auteur qui, comme on l'a vu, distingue ce fossile du *Mega-*

Observations diverses.

M. Omboni (1) désigne sous le nom de *groupe de Saint-Cassian* des *schistes noirs* qui, d'après les fossiles cités à Guggiate, n'appartiendraient pas au trias, mais bien au lias, contrairement à l'opinion de M. Escher. Nous ne reproduirons donc pas cette liste (2).

Le trias étudié dans le val Brembana et le val Seriana, aux environs du lac de Como, puis dans les vallées à l'est, comprend des *marnes vertes et rouges sans fossiles* placées au-dessous des schistes noirs précédents et qui représenteraient pour l'auteur les marnes irisées (*Keuper*), puis un *calcaire gris ou noir* avec des fossiles que nous avons déjà cités d'après M. Curioni. Ce dernier calcaire assimilé au muschelkalk forme une zone étroite, souvent interrompue, courant de l'E. à l'O. et passant par Bagolino, Collio, Schilpario, etc., jusqu'aux environs de Regoledo et de Lugano. M. Omboni y associe les calcaires noirs bitumineux de Bezano au sud-est de Varèze, où se trouve le reptile dont M. Cornalia a fait le genre *Pachypleura* (3). Le grès vert et rouge qui constitue le terme inférieur du trias de ce pays et qui représenterait le grès bigarré est très développé au centre du val Brembana proprement dit, de San-Giovani-Bianco à Camerata, et se retrouve aussi dans le val Sassina sous le muschelkalk jusqu'au bord du lac de Como, entre Varenna et Bellano. Sur une faible étendue, on peut observer le long de la route toute la série comprise entre les assises jurassiques et le gneiss, mais on n'y trouve point de fossiles déterminables.

Dans le tableau que donne M. Omboni (p. 533), on voit les couches de Saint-Cassian constituer, entre la formation jurassique inférieure et le trias, une division distincte de l'une et de l'autre, comme si elle était de même valeur. Au-dessous, l'auteur admet encore dans la Lombardie un représentant du zechstein, un autre du grès rouge (*rothe todte Liegende*, syst. permien) et peut-être de la formation carbonifère.

---

*lodus scutatus*, Schafh., conserve le nom consacré par Wulfen au fossile de la dolomie de la Lombardie et du *Dachstein-Kalk* des géologues de Vienne, et celui de *Megalodus* pour le moule de bivalve des assises supérieures de Kössen.

(1) *Sur les terrains sédimentaires de la Lombardie* (*Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 525, 1855.— *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 215).

(2) *Bull.*, 2e sér., p. 535, *nota* (2).

(3) *Notizie zool. sul Pachypleura Edwardsii* (*Giorn. dell' I. R. Istituto Lomb.*, etc., 1854).

Dans un opuscule sur l'état géologique de l'Italie (1), le même géologue a d'abord reproduit cette classification, puis, dans une note placée à la fin (p. 156), il en a proposé une autre qui a été insérée dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (2). Ici le calcaire à poissons et à reptiles de Perledo, la lumachelle d'Esino sur le lac de Como et le calcaire du lac d'Iseo, qui étaient à la base de la formation jurassique, sont réunis au *groupe de Saint-Cassian*, et les divisions si heureusement caractérisées par M. Curioni, aux environs de Pezzaze et du lac d'Iseo, ont été reproduites. Quant à l'importance réelle, à la distribution et à l'exactitude des rapports des divers groupes, tels qu'ils sont représentés sur l'*Esquisse géologique* de cette partie du Milanais, l'examen comparatif des travaux suivants servira mieux que nos propres raisonnements à les faire apprécier.

M. A. Stoppani, dans ses *Études géologiques et paléontologiques sur la Lombardie*, accompagnées de la description de quelques espèces de poissons fossiles de Perledo et d'autres localités de ce pays, par M. C. Bellotti (3), études dont nous ne connaissons encore que des extraits, a signalé 3 *Lepidotus*, 6 *Semionotus*, 1 *Pholidophorus*, 4 *Urolepis*, 4 *Heptanema*, 1 *Leptacanthus* et 1 *Ichthyorhinchus*, ce dernier provenant des schistes noirs de Besano. La lacune que nous mentionnons ici dans notre propre travail est d'ailleurs peu importante, l'auteur, dans des publications subséquentes dont nous nous occuperons, ayant modifié la plupart de ses premiers aperçus et donné une classification nouvelle assez différente de celle qu'il avait adoptée d'abord.

Dans un autre ouvrage, le même naturaliste (4) a donné une monographie des gastéropodes d'Esino, des bords du lac de Como et de Lenna au val Brembana. Il présente, comme il suit, la série des couches de la première de ces localités, et met en regard la classification proposée par M. de Hauer :

---

(1) *Sullo stato geologico dell' Italia*, p. 40, in-12. Milan, 1856.

(2) *Bull.*, 2ᵉ série, vol. XIV, p. 348, 1857.

(3) *Studii geol. e paleont. sulla Lombardia*, etc., in-8°, 4 pl. in-fol. Milan, 1857. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 747.

(4) *Paléontologie lombarde*, ou *Description des fossiles de la Lombardie*, publiée avec le concours de plusieurs savants, in-4°, livr. 1 et 2, pl. 1-6, 1858. — *Ibid.*, p. 766.

| | | |
|---|---|---|
| Trias supérieur. . . | Raibl. . . Hallstadt. Saint-Cassian . . | *d*. Calcaire noir d'Esino, avec Ammonites de la section des *globosi*. |
| | | *c*. Couche à *Ostrea stomatia* avec de nombreux acéphales, brachiopodes, crinoïdes, polypiers, spongiaires et de très rares gastéropodes. |
| | | *b*. Dolomie blanche, avec des gastéropodes. |
| | | *a*. Dolomie caverneuse rose, avec de grands gastéropodes et quelques Nautiles. |

Trias inférieur, grès bigarré, muschelkalk.

Les assises inférieures d'Esino *a* et *b* semblent passer de l'une à l'autre, et, suivant l'auteur, les couches de Hallstadt et de Saint-Cassian ne seraient peut-être pas bien distinctes. Les espèces trouvées à Esino et à Lenna dans les assises *a* et *b* sont au nombre de 35, y compris celles qu'a décrites M. Hörnes. Les *Chemnitzia Escheri*, Hörn., *Meriani*, Stopp., *Hehli*, Ziet., *gradata*, Hörn., sont les seules qui ne soient pas nouvelles.

M. Stoppani, dans quelques notes sur le trias supérieur des Alpes de la Lombardie, est ensuite revenu sur plusieurs points de ses premières conclusions (1). Ce géologue qui n'avait pas lu le mémoire de M. Hörnes sur les fossiles d'Esino (2) avait fait un double emploi de ce gisement avec celui de Lenna, mais, ayant étudié depuis les deux localités, il a pu se convaincre de l'identité des fossiles de part et d'autre. On y observe les *Chemnitzia Aldrovandi*, Stopp., *obeliscus*, id., la *Natica monstrum*, id., les *Turbo pugilator*, id., et *stabilis*, id. Ces gisements diffèrent cependant par quelques particularités. On y trouve des Ammonites de la section des *globosi* et d'autres formes orbiculaires à peine distinctes de la *Ceratites Hedenströmi*, *Keys.* Les couches d'Esino enrichissent la faune de l'étage de Saint-Cassian par de grandes espèces, tandis

(1) *Jahrb. der K. K. geol. Reichsanst.* vol. XI, p. 137, n° 1, janv.-mars 1858.

(2) *Sur quelques gastéropodes du trias alpin* (Acad. impér. des sciences de Vienne, mars 1856). — (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XII, p. 21 des *Notices*, 1856). Ces fossiles, recueillis dans le val Pelaggia et sur le bord oriental du lac de Como, quoique peu nombreux, indiquent des relations de contemporanéité avec les couches de Saint-Cassian, d'Hallstadt, d'Unterpetzen, près de Schwarzenbach, etc.

que la plupart de celles qu'on y connaissait jusqu'à présent sont petites.

L'auteur ramène ensuite les gisements de Gorno et de Dossena à l'horizon de Saint-Cassian, tandis que de Buch et, après lui, M. Omboni, en faisaient du muschelkalk. D'un autre côté, adoptant les vues de M. de Hauer, il rapporte ce dernier (n° 20 de M. Omboni) au trias supérieur ou au niveau des couches de Saint-Cassian. Le *grès bigarré* et le *Keuper* du même auteur seraient ensuite réunis à cette même assise n° 20. Le tout représenterait alors pour M. de Hauer l'étage de Raibl, mais M. Stoppani séparerait les couches rouges, vertes, avec les marnes et les grès sans fossiles, des gisements supérieurs qui contiennent les *Myoconcha*, les *Gervillia*, les *Cardinia*, etc. Ces distinctions stratigraphiques n'ont d'ailleurs qu'une faible importance (1).

Les marnes irisées ne semblent pas être nettement séparées de l'étage de Saint-Cassian qu'elles représentent, et, d'un autre côté, les couches fossilifères inférieures de San-Giovani-Bianco passent aux marnes sous-jacentes. M. Stoppani admet aussi que, dans la Lombardie, le représentant du calcaire de Dachstein recouvre également tous les sédiments triasiques, mais il y distingue trois niveaux différents ou assises (groupes) : 1° le *calcaire de Dachstein supérieur* (dolomie supérieure avec peu de fossiles ou Dachstein avec bivalves) (*Cardium triquetrum*) ; 2° *calcaire de Dachstein moyen*, caractérisé par des bancs de polypiers ; 3° *calcaire de Dachstein inférieur*, comprenant des schistes noirs et des marnes avec *Gervillia inflata*, *Plicatula intus-striata*, etc.

M. Stoppani discute ensuite les caractères d'un certain nombre d'espèces fossiles de ces calcaires et des couches de Saint-Cassian, de Raibl, de Gorno, de Dossena, de San-Giovano-Bianco, etc. La différence des faunes dans ces diverses localités n'aurait pas, suivant lui, une grande importance. Ainsi les couches noires de l'étage de Saint-Cassian dans la Lombardie ne présentent point de céphalopodes, et les gastéropodes y sont rares. Dans les calcaires et les dolomies de Lenna et d'Esino, on trouve beaucoup de gastéropodes et d'acéphales, puis des céphalopodes et des brachiopodes. Un banc de Térébratules s'observe à Esino et sur d'autres points. Enfin, les fossiles de cette dernière localité décrite par M. Hörnes sont encore

---

(1) Voy. *Studii geologici*, etc., p. 128 et 135.

l'objet de quelques observations de la part de M. Stoppani. Sa *Loxonema Meneghini*, entre autres, atteint jusqu'à 0m,10 de longueur à Gorno. Dans les couches à *Myoconcha* se rencontrent aussi une Térébratule et un *Spirifer*.

M. L. Pareto (1), en reprenant l'examen des environs du lac Majeur et du lac de Lugano, a signalé, dans la montagne de San-Bernardo della Colma, des représentants du grès rouge, des traces du zechstein (dolomies) et des grès rougeâtres et blanchâtres appartenant au trias, surmontés de calcaires compactes, noirâtres, schisteux ou sub-cristallins dépendants du lias. Ces diverses couches semblent s'atténuer de plus en plus vers l'O. jusque dans le voisinage de la partie inférieure de la vallée de la Sesia. La coupe N., S. de Luino, sur la rive orientale du lac Majeur à Travedona au sud-sud-ouest du lac de Vareze, fait voir qu'à l'embouchure du val Tresa, les schistes micacés de Germignaga sont recouverts par des grès rouges auxquels succède la dolomie inférieure. Au-dessus règnent des dolomies jurassiques. Ce n'est que dans la vallée qui sépare le cap San-Martino du monte Campo di Fiori, que des schistes fossilifères du trias, sortant de dessous ces dernières, occupent le fond de la dépression. Dans une autre coupe faite du lac Majeur à la montagne qui domine Saltrio, on voit le massif de porphyre quartzifère du val Gano supportant de chaque côté des dolomies inférieures, surmontées à leur tour par des schistes fossilifères du trias, mais sur l'âge précis desquels l'auteur ne se prononce pas.

Le mont San-Salvatore, situé directement au midi de Lugano, dans la presqu'île qui s'étend de cette ville à Morcote, s'élève presqu'à pic sur le bord du lac. La route de Melide à Capo de Lago et à Como en longe le pied oriental et met à découvert, non-seulement la structure de la montagne, mais encore celle de toute la presqu'île de ce côté. La coupe N., S. de Lugano à Morcote, Brusino-Arsizio et Ligornetto, près Mendrizio, passe par le mont San-Salvatore, qui est indiqué avec doute comme appartenant au muschelkalk, et dont la masse repose au nord et au sud sur les dolomies inférieures. Celles-ci s'appuient à leur tour sur le grès rouge et les poudingues. De Ciona à Morcote, au bord du lac, les mélaphyres et les porphyres quartzifères ont pénétré partout les

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XVI, p. 49, pl. 1, 1858.

schistes micacés. Au sud de Brusino-Arsizio, on trouve, au-dessus d'une masse de mélaphyre, le grès rouge, la dolomie inférieure et des schistes fossilifères du trias recouverts par des dolomies jurassiques. A ces dernières succèdent, à partir de Melide, des calcaires marbres, également jurassiques, des calcaires rouges à Ammonites et des calcaires *majolica*, qui, à Ligornetto, disparaissent sous les dépôts quaternaires de la plaine.

On peut regretter que dans ce travail stratigraphique et pétrographique assez étendu et assez détaillé, l'auteur ne se soit pas préoccupé davantage des fossiles qu'il a dû rencontrer dans les couches rapportées au trias, et de coordonner théoriquement ses observations avec celles de ses prédécesseurs. Il en résulte pour le lecteur une certaine confusion ou un manque de clarté qui l'empêche de tirer de ces recherches toute l'utilité qu'on serait en droit d'en attendre.

M. A. Stoppani (1) y a suppléé par l'examen qu'il en a fait et dans lequel il s'est attaché à mettre les divisions indiquées en rapport avec sa propre classification que nous exposerons plus loin, ainsi qu'avec la carte géologique de M. de Hauer. Nous n'essayerons pas de donner ici une idée de cette corrélation qui ne pourrait être bien comprise en ce moment.

Gisements de minerais.

Les gisements ferrifères des montagnes du Bergamasque sont dans des roches rapportées au trias, du moins avec une grande probabilité, par MM. de Hauer et Foetterle (2). Dans le grès rouge de la base du système et dans les schistes argileux verdâtres qui sont au-dessus on trouve des couches de fer carbonaté, souvent traversées par des veinules de quartz. Leur épaisseur varie de $0^{m},13$ à $3^{m},79$. On les exploite au Monte-Varrone, à l'est de Bellano, sur plusieurs points autour d'Introbbio, dans le val Seriana, aux environs de Bondione, dans le val di Scalve, à Pesogne sur le lac d'Iseo. Dans cette dernière localité on connaît cinq couches de minerai superposées, encaissées dans le schiste argileux et d'une épaisseur totale d'environ 6 mètres. Le manganèse s'y trouve mélangé en proportion assez considérable. Ces minerais existent également dans le val Camonica au nord de Breno, dans le val Trompia, etc.

---

(1) *Sulla memoria di Lorenzo Pareto*, etc. (*Atti della Soc. geol. residente in Milano*, séance du 21 août 1859).

(2) *Coup d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne*, traduit par le comte A. Marschall, p. 102, Vienne, 1855.

Mémoire de M. de Hauer.

L'état de nos connaissances sur le trias de ce pays est bien exposé dans un mémoire qu'a publié récemment M. le chevalier F. de Hauer, sous le titre d'*Explication d'une carte géologique des terrains sédimentaires de la Lombardie* (1). L'auteur a joint à ses observations personnelles une discussion approfondie des faits signalés par ses prédécesseurs ainsi que de leurs opinions ; un résumé de ce travail, remarquable à plus d'un titre, pourrait donc être regardé comme la meilleure conclusion que nous puissions présenter nous-même sur le sujet qui nous occupe, s'il n'avait été suivi de très près par un examen critique fort étendu et par des conclusions assez différentes que nous aurons à exposer également.

M. de Hauer divise la formation triasique en *inférieure* et *supérieure*. La première comprend : 1° les couches désignées par les expressions de *verrucano*, de *schistes de Servino* et de *schistes de Werfen ;* 2° le calcaire triasique inférieur (muschelkalk, calcaire de Guttenstein, rauchwacke, etc.) ; la seconde se compose : 1° des *couches de Saint-Cassian ;* 2° des *calcaires d'Esino ;* 3° des *couches de Raibl*. Pour faire rentrer ces divisions dans celles que nous avons adoptées, il suffit de considérer la *première* comme représentant le groupe inférieur du trias ou le grès bigarré, le calcaire triasique inférieur comme le groupe moyen ou muschelkalk, et la *seconde* comme correspondant au groupe supérieur ou des marnes irisées offrant ici plusieurs sous-divisions ou étages.

Groupe inférieur.

Le conglomérat rouge, dit M. de Hauer, avec des schistes talqueux subordonnés, des grès rouges schisteux, micacés, très développés à l'est du lac de Como, a été rapporté par M. Omboni au *rothe todte Liegende*, par MM. Curioni et Brunner au trias inférieur, tandis que M. Studer hésitait à le placer soit dans le terrain de transition, soit à la base du trias. M. Escher distinguait du verrucano proprement dit un grès panaché placé au-dessus, mais dont l'âge n'est pas autrement déterminé ; et, de son côté, M. Stoppani sépare aussi ce grès du *verrucano* sous-jacent qui serait alors de la période carbonifère et auquel il réunit les couches de Servino.

Le véritable verrucano de la Toscane a été rangé avec raison

(1) *Erläuterungen zu einer geol. Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardie* (*Jahrb. der K. K. geol. Reichsanst.*, vol. IX, n° 3, p. 456, 1858), avec une carte de la Lombardie septentrionale.

dans la formation carbonifère (1), mais les motifs pour y placer aussi celui des Alpes ne sont pas aussi concluants, aucun débris fossile n'étant encore venu justifier ce classement. C'est pourquoi M. Studer n'emploie le mot de *verrucano* que dans un sens pétrographique, et l'applique à tous les grès rouges quartzeux et aux conglomérats de cette chaîne dont un très grand nombre au moins doivent appartenir au trias. Il y a, de plus, une telle ressemblance entre les conglomérats rouges de la Lombardie et ceux du mont Torri près Jano que la même dénomination pourrait leur être appliquée.

L'expression de *couches de Servino* a été appliqué par Brocchi, dans les montagnes du Bergamasque, à certains schistes micacés recouvrant un grès rouge du val Trompia, et passant sous des masses calcaires. Ces roches s'accordent, sous tous les rapports, avec celles de Werfen dont elles renferment les fossiles. Lorsqu'on les suit de l'E. à l'O. on voit, au-dessous des schistes cristallins, des porphyres et des mélaphyres et au-dessus des calcaires. Quant au grès observé par M. Brunner sur le lac de Lugano, au nord-ouest d'Induno, au sud-est de Valgana et sur la pente orientale du mont Saint-Giorgio, M. de Hauer doute qu'il représente réellement le *verrucano* et le grès bigarré de la Lombardie. La portion de ce dernier que l'on voit au pied du mont San-Salvatore, au midi de Lugano, plonge au S. sous la dolomie qu'il sépare des schistes micacés sous-jacents, comme le montre la coupe de M. Pareto que nous avons reproduite. Elle comprend un conglomérat grossier de quartz, de porphyre, à ciment rougeâtre et un grès micacé rappelant le véritable schiste de Werfen, avec des traces de plantes charbonnées, peut-être de *Calamites arenaceus* ?

La limite de ces masses calcaires et schisteuses micacées se trouve à l'est de Lugano, suit le val Colla par Sonvico, jusqu'au lac de Como où le verrucano reparaît au nord de Nobiallo. Entre Abbondio et Menaggio, sur le bord du lac, M. Escher (2) a donné la coupe suivante, en allant de bas en haut :

1. Schistes micacés.
2. Schistes de Werfen.
3. Schistes semblables à ceux de Servino, gris-verdâtre avec des

(1) P. Savi et Meneghini, *Osservazioni stratigr. et paleontol. concernenti la geologia della Toscana*, in-8°. Florence, 1851.

(2) *Geol. Bemerk. über das nördliche Vorarlberg*, p. 88.

bancs de grès subordonnés et représentant les schistes de Werfen.

4. Conglomérat de verrucano, avec quartz blanc et porphyre rouge.
5. Conglomérat quartzeux, solide, blanchâtre, à grains fins, peu épais.
6. Dolomie gris clair.

Sur la rive orientale, entre Bellano et Varenna, le verrucano forme une bande étroite qui ne tarde pas à s'élargir, lorsqu'on atteint le val Sassina au nord d'Introbbio. A l'est, il forme le *Pizzo dei tre signori* et le monte Cavallo, pour se développer encore davantage à l'est du val Brembana, dans le val Seriana et vers le nord du val di Scalve. Se rétrécissant dans le val Camonica, il le traverse, se dirige au S. le long de la pente occidentale des masses granitiques et entoure un îlot de gneiss. Le conglomérat rouge à gros grains qui domine dans toute cette étendue est généralement quartzeux et renferme des fragments de roche primitive et de porphyre. Vers le haut et près du calcaire sont des grès micacés, à grain fin, dans lesquels se montrent à l'est les fossiles caractéristiques des schistes de Werfen. Le carbonate de chaux s'ajoute au ciment silicéo-argileux de la masse, et parfois est assez abondant pour constituer un calcaire schisteux. Partout on y observe des masses porphyriques, et le fer spathique y est exploité.

Après avoir reproduit la coupe si souvent donnée et si diversement interprétée, entre Bellano et Varenna, M. de Hauer signale, comme appartenant au *trias inférieur*, les conglomérats, les grès, les rauchwackes et les dolomies qu'on y observe, mais les calcaires foncés appartiendraient à la partie supérieure de la formation. Les caractères pétrographiques des assises de Werfen et de Guttenstein sont plus prononcés sur le côté méridional du val Sassina. M. Escher, en se dirigeant de ce point vers Regoledo, a observé de bas en haut la série suivante qui peut donner une idée de la composition de ce système :

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Escarpement composé de roches du verrucano ou conglomérat rouge à gros grains, avec des fragments de porphyre. | |
| 2. | Assises de Servino | 6,50 |
| 3. | Conglomérat quartzeux gris | 6,50 |
| 4. | Partie micacée des assises de Servino | 65 à 97.00 |
| 5. | Roche dolomitique poreuse | 0,97 |
| 6. | Schiste de Servino. | |
| 7. | Schistes rouges | 13,00 |

8. Grès quartzeux alternant avec des schistes quartzeux. . 0,94
9. Dolomie jaunâtre, avec druses . . . . . . . . . . . . }
10. Schistes de Servino . . . . . . . . . . . . . . . . . } 65,00
11. Roche solide, gris-jaune, ou conglomérat . . . . . . . }
12. Schistes gris micacés. . . . . . . . . . . . . . . . . 3,00
13. Schiste rouge, avec mica. . . . . . . . . . . . . . . 0,32
14. Grès et schistes, avec plantes (*Æthophyllum speciosum*, Schimp., *Voltzia heterophylla*, Brong., suivant M. Heer). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 65,00
15. Grès.
16. Calcaire gris impur, avec des nodules de quartz, associé au grès et renfermant des restes de crinoïdes.
17. Calcaire gris foncé, ressemblant à celui d'Olmo et renfermant la *Myophoria raibliana*.
18. Dolomie. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 130 à 162,00
19. Calcaire noir à *Posidonomya Moussoni*.

Dans cette série, les assises 2 à 16 représentent les groupes de Werfen et de Guttenstein. La masse principale des conglomérats du verrucano est inférieure à l'horizon des schistes de Werfen, sur la route de Regoledo à l'est de Parlasco.

M. de Hauer décrit ensuite le conglomérat du verrucano aux environs d'Introbbio, entre Mazzoldo et le passage de San-Marco, puis dans le val Brembana, dans le val Negra, près Piazza jusqu'à Branzi, où M. Omboni paraît en avoir fait une roche d'origine ignée (1). Dans le val Seriana il offre les mêmes caractères, et M. Curioni l'a signalé, comme on l'a vu, dans le val di Scalve. Le savant géologue de Vienne donne également la coupe de la zone qui traverse l'Oglio entre le Capo di Monte et Sellero, et enfin à l'est du val Camonica M. Studer a signalé la même couche (2).

L'une des localités de la Lombardie où se montre le plus de fossiles des schistes de Werfen est le passage de Croce-Domini, au sud-est de Breno. Les roches, qui par leurs caractères pétrographiques correspondent à ces schistes, sont celles de Servino, placées immédiatement sous des rauchwackes et recouvrant le conglomérat rouge du verrucano. On y a recueilli la *Naticella costata*, Munst., la *Myacites fassaensis*, Wissm., la *Posidonomya aurita?*, Hau., le *Pecten Fuchsii*, id. Entre Bovegnio et Collio, les pentes du val Trompia sont formées par un conglomérat rouge, plongeant au S. Vers le fond de la vallée ce dernier est recouvert par des schistes

(1) *Geologia*, p. 523.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 294, 1851.

de Werfen avec *Myacites fassaensis*, *Avicula venetiana*, Hau., et des *Myophoria*. Sur la carte géologique de la Suisse, ce système de couches est représenté par la teinte *h* que les auteurs ont consacrée à leurs *schistes gris*.

Il résulte de ce qui précède, que le système des couches de Servino représente en Lombardie les schistes de Werfen, et constitue un des membres du groupe triasique inférieur. Le verrucano placé dessous paraît s'y lier intimement suivant la ligne de contact, circonstance qui, jointe à la présence de la *Naticella costata*, près du monte Ponteranica, concourt à faire placer le tout dans le trias, d'autant plus qu'il n'y a aucun motif pour y admettre le représentant d'une formation plus ancienne. Sur une carte géologique détaillée ou à une grande échelle il pourrait cependant être utile de distinguer les couches de Servino du verrucano sous-jacent proprement dit, et dans ce cas le groupe se trouverait divisé en deux étages.

Groupe moyen. Immédiatement au-dessus de l'étage de Servino, ou en son absence au-dessus du verrucano, ou même lorsque l'un et l'autre manquent partout sur les schistes cristallins, se montrent dans les Alpes de la Lombardie, des calcaires, des rauchwackes ou dolomies, roches dont la plupart affectent les caractères pétrographiques de la série de Guttenstein dans les Alpes du nord, et qui peuvent être considérées comme représentant le muschelkalk de l'Allemagne (c'est le *calcaire triasique inférieur* de M. de Hauer). La base de cette division est facile à tracer, mais il n'en est pas de même de sa limite supérieure, surtout en l'absence de l'étage de Saint-Cassian. Dans la partie occidentale de la province, cette dernière distinction est d'autant plus difficile que les calcaires, si développés à l'est, y sont plus atténués et que parfois on trouve associés des fossiles des divers groupes du trias. La masse dolomitique du mont San-Salvatore sur le bord du lac de Como dont nous avons parlé plusieurs fois, offre une difficulté de cette sorte.

Au verrucano succèdent une dolomie blanche bien stratifiée, d'environ 13 mètres d'épaisseur, puis une autre dolomie blanche, non stratifiée, semblable à celle du groupe supérieur que nous verrons dans la Carniole et la Carinthie, représentant les dolomies d'Hallstadt sur le versant nord des Alpes. Dans la partie inférieure de cette assise dont la stratification est peu distincte, MM. Stabile et Mérian ont trouvé des fossiles du muschelkalk. De son côté, M. de Hauer paraît en avoir rencontré qui appartiendraient au groupe supérieur;

aussi a-t-il sur sa carte colorié ce massif comme faisant partie de l'étage d'Esino, avec d'autres points surmontés par le calcaire de Dachstein, comme entre Castello sur le lac Majeur et Cassana. Les dolomies de San-Giorgio à l'ouest de Riva, les calcaires et les dolomies au nord de la ligne de Lugano à Menaggio près du lac de Como sont encore placés sur le même horizon.

Dans le val Sassina sont des calcaires à *Encrinus liliiformis*, et le gypse se montre près de Nobiallo, ce qui tendrait à faire regarder le tout comme un équivalent du calcaire de Guttenstein. La *Gervillia salvata* signalée pour la première fois au mont Salvatore a été aussi trouvée près de Nobiallo. Dans la partie occidentale de la vallée précédente, le calcaire de Guttenstein existe comme sur la rive orientale du lac de Como. Il constitue une zone peu développée, allongée suivant la limite sud-est du verrucano et de l'étage de Servino, à travers le val Sassina, le val Brembana, le val Seriana jusqu'à Capo di Monte dans le val Camonica. Cette zone, en tournant au sud, circonscrit le verrucano qui entoure l'îlot de gneiss du mont Muffetto. Sur la carte géologique de la Suisse, ces roches ont été coloriées comme appartenant au trias, mais sans avoir été distinguées du calcaire d'Esino ni de celui de Dachstein. Dans des publications récentes de M. Omboni elles paraissent avoir été rapportées au zechstein avec des calcaires du groupe supérieur et des dolomies, tandis que MM. Curioni et Stoppani les ont placées à leur véritable niveau.

Au bord du lac de Como on trouve sur le verrucano une dolomie gris-clair qui n'a point les caractères pétrographiques des roches de Guttenstein, puis des rauchwackes alternant avec le verrucano. Sur la route de Regoledo ces roches magnésiennes caverneuses, colorées en jaune, sont très développées. Près d'Introbbio, un calcaire dolomitique gris foncé recouvre le verrucano; ailleurs un calcaire gris foncé avec des veines spathiques blanches représente celui de Guttenstein, et c'est dans la partie orientale des Alpes de la Lombardie que ce système de couches est le mieux développé. Dans le val Camonica, des rauchwackes jaunes et le calcaire de Guttenstein avec leurs caractères pétrographiques ordinaires recouvrent l'étage de Servino. Il y a des masses considérables de gypse que l'on peut suivre au sud jusque vers Losine.

On a vu ces roches décrites par M. Curioni sur la rive orientale du lac d'Iseo et dans le val Gandina près de Pezzaze. Les calcaires que MM. Escher et Mérian signalent à Marcheno, dans le val

Trompia avec des fossiles du muschelkalk en font encore partie. Ils sont surmontés de schistes à Halobies, régulièrement stratifiés, puis par le groupe supérieur, sablonneux et marneux, recouvert de calcaires dolomitiques de teinte claire. Dans le profil dirigé du S.-O. au N.-E., depuis la partie sud du monte Nistola au val Trompia, au-dessous de Collio (p. 21), on voit sur ce dernier côté, jusqu'au sommet du monte Ario : 1° verrucano ; 2° étage de Servino, équivalent de celui de Werfen ; 3° rauchwacke, 4° muschelkalk ou étage de Guttenstein ; 5° groupe supérieur du trias ; 6° calcaire de Dachstein occupant la cime de la montagne.

D'après M. Escher, le muschelkalk de Marcheno présenterait de bas en haut :

1. Calcaire solide, gris de fumée, sablonneux, avec quartz, mica, *Encrinites liliiformis*, *Spirifer fragilis*, *Terebratula Mentzelii*, *T. vulgaris*, *T. trigonella*, *Pecten lævigatus*, *Lima striata*.
2. Calcaire gris, noduleux, avec *T. vulgaris*.
3. Calcaire gris foncé, sableux, avec *Ceratites binodosus?*
4. Calcaire gris, noduleux.

Le plongement de 35° à 45° au S.-S.-E. est d'ailleurs variable aux environs. Dans le val Marmentino, des dépôts plus récents recouvrent ceux-ci. Les couches avec brachiopodes sont surmontées de schistes de Wengen avec *Halobia Lommeli*, puis par des marnes sableuses rouges alternant avec les schistes, le tout recouvert par la dolomie grise de Castello del Asino.

Groupe supérieur. Les recherches les plus récentes relatives au groupe supérieur du trias permettent de le diviser en trois étages dans une grande partie des Alpes du sud et du nord. Ce sont : 1° *étage* ou *couches de Saint-Cassian* ; 2° *étage* ou *calcaire d'Esino* ; 3° *étage* ou *couches de Raibl*.

Ces trois termes montrent une relation intime et ont beaucoup de fossiles communs. Le premier et le troisième sont composés de roches sableuses et marneuses. Par suite de leur ressemblance pétrographique et parce que dans ses recherches précédentes M. de Hauer n'avait pas observé la superposition de ces trois étages, ce savant était resté indécis sur leurs vrais rapports. Il avait bien démontré que les couches de Raibl se trouvaient toujours sur les calcaires clairs à *Chemnitzia* (1), mais il était alors porté à mettre

(1) *Ein Beitrag zur Kenntn. der Fauna der Raibler Schichten*

l'étage de Saint-Cassian en parallèle avec celui de Raibl, malgré la différence de leur faune qu'il attribuait à des influences locales. Ce fut M. de Richthofen qui reconnut dans le Tyrol méridional que les couches de Saint-Cassian étaient inférieures aux dolomies et aux calcaires clairs de Schlern, que l'on a prouvé être les représentants de l'étage d'Esino, et cela par la présence d'Ammonites de la section des *globosi*. Au-dessus se montrent des calcaires marneux, rouges, avec quelques formes organiques propres aux couches de Raibl.

Ces sous-divisions se présentent encore avec plus de netteté et sur une plus grande étendue dans le Tyrol septentrional. Ainsi à la base du calcaire est le schiste de Partnach (*Partnachschiefer* de M. Gümbel), avec *Halobia Lommeli* et Bactryllies, qui doit être placé sur l'horizon de Saint-Cassian. Au-dessus sont des calcaires clairs, très développés au nord d'Innspruck, renfermant des *Chemnitzia*, des Ammonites (*globosi*), des Natices, l'*Halobia Lommeli*, et représentant les calcaires d'Esino; enfin viennent les assises à *Cardita*, équivalent de celles de Raibl.

On a vu que M. Curioni avait clairement établi la position relative et bien décrit les caractères de ces trois divisions du groupe supérieur entrevues dès 1855 par M. de Hauer (1). L'année suivante, ce dernier avait regardé les dépôts de Saint-Cassian et ceux de Raibl comme contemporains et avait en conséquence réuni les couches du val di Scalve, à l'ouest du Valzurio, aux couches de Raibl et d'Oltresenda près Clusone, opinion qu'a suivie aussi M. Omboni pour les divisions de sa carte.

*Étage de Saint-Cassian.* Les dépôts de l'âge de ceux de Saint-Cassian ne paraissent pas manquer tout à fait dans la partie occidentale de la Lombardie. Ainsi, d'après M. Curioni, ils existeraient dans le val Sassina; les schistes du val Neria, au sud-est du monte Croce, en feraient partie, mais des preuves positives manquent encore à cet égard. Cependant une zone étroite et bien caractérisée de ce même niveau s'observe à partir du val Seriana, et s'étend à l'est sur le versant nord du mont Presolana, le long de la partie supérieure du val di Scalve jusqu'au mont Vaccio, puis au sud de Cerveno dans le val Camonica. La partie occidentale de cette zone a été décrite

---

(*Sitzungber. d. K. Akad. d. Wissensch.*, vol. XXIV, p. 537). — *Ein geolog. Durchschnitt der Alpen* (*Ibid.*, vol. XXV, p. 253).

(1) *Jahrb. der K. K. Geol. Reichsanstalt.*, vol. IV, p. 887, 1856.

par M. Curioni. Dans cette dernière vallée la roche est un schiste foncé avec des masses de gypse à la base. Dans le val di Blé on y trouve des Ammonites (*globosi*) et l'*Halobia Lommeli*. A l'ouest de l'Oglio près de Breno, et au delà jusqu'à Corti près de Lovere, la présence de cet étage, entre le muschelkalk et le calcaire d'Esino, est assez obscure, bien qu'il puisse y exister réellement. Près de Toline, à l'est du lac d'Iseo, il y a, suivant M. Curioni, des assises dont l'aspect rappelle celles de Saint-Cassian, immédiatement recouvertes par celles de Raibl; de sorte que l'étage d'Esino manquerait en cet endroit.

*Étage des calcaires d'Esino.* Cette division forme une zone discontinue dans cette portion de la Lombardie, comme dans le sud du Tyrol et dans les provinces Vénitiennes. Elle est plus ou moins développée et ses limites inférieures ou supérieures sont souvent difficiles à tracer.

Les calcaires clairs et la dolomie avec des calcaires foncés en couches minces s'observent à Varenna et à Perledo. Les premiers constituent la partie supérieure de l'étage, les autres la base. La limite méridionale de cet ensemble de couches est encore peu déterminée. Une autre petite région qu'il occupe, commence dans le val Stabina et s'étend sur le versant occidental de celui de Brembo. Il est très développé dans les montagnes entre le val Brembana et le val Seriana, puis il reparaît au delà sur le rivage septentrional du lac d'Iseo. Il constitue le mont Ortighera au sud-est de Piazza, les monts Mena, Arera, Foppa, Presolana, etc.

M. de Hauer compare ensuite cet étage avec le suivant, celui de Raibl, et fait ressortir leurs différences. L'âge des calcaires et des dolomies d'une époque antérieure paraît avoir été mal compris par MM. Omboni et Crivelli. En supposant que les couches de Dossena représentaient tout le trias, il en résultait que les calcaires et les dolomies en question redescendaient jusqu'au niveau du zechstein. Mais les fossiles du calcaire de Lenna permettent aujourd'hui de déterminer exactement cet âge. Ainsi, M. Escher y signale des *Chemnitzia* semblables à celles d'Esino, des Ammonites (*globosi*) la *Chemnitzia Escheri*, Hörn., la *Natica Meriani*, id., l'*Halobia Lommeli*, Wissm. C'est à MM. Curioni et Stoppani que l'on doit d'avoir replacé ces assises à leur véritable niveau, c'est-à-dire dans le groupe triasique supérieur. Les calcaires du val di Scalve ne sont rien autre que ceux de Lenna, et les fossiles y sont rares. A l'est du lac d'Iseo, l'étage dont nous parlons ne paraît pas se montrer d'une

manière certaine, quoique M. Curioni le mentionne aux environs de Zone ; peut-être est-ce le calcaire du val Trompia, entouré par l'étage de Saint-Cassian et par celui de Raibl?

*Étage ou couches de Raibl.* L'assertion de de Buch, que sa *Trigonia Whatelyœ* annonçait l'existence du muschelkalk, a fait que beaucoup d'auteurs, entre autres MM. Omboni et Crivelli ont rapporté à ce groupe moyen du trias les couches qui la renferment, quoiqu'ils aient bien indiqué les différences de leur faune avec celle du muschelkalk du val Trompia. M. Curioni fit voir que leur position était réellement plus élevée; aussi les mit-il au niveau de celles de Saint-Cassian.

Cet étage est composé, dans la Lombardie, de roches sableuses, marneuses, schisteuses et calcaires. Les grès sont rouge-clair ou verts; les schistes gris-foncé, en feuillets minces, et les calcaires également de teintes foncées. Dans le val Brembana ces derniers se trouvent subordonnés à deux masses de grès, ce qui a fait croire à MM. Omboni et Crivelli que les trois termes de la formation étaient réunis en cet endroit. Les grès de teintes panachées rappellent ceux des Alpes et de Werfen situés beaucoup plus bas. M. de Hauer pense que le groupe des marnes irisées des régions alpines diffère de celui des autres pays et qu'il ne peut être représenté par le troisième terme des auteurs que l'on vient de citer.

Les roches dont nous parlons semblent manquer dans la partie occidentale de la Lombardie, ou n'y ont pas encore été observées. Mais à partir de Bajedo au sud-ouest d'Introbbio, elles forment une zone continue, dirigée vers l'E. jusqu'au val Torta et Fornanuova, passant par le val Stabina, Cassiglio, Camerata, qui descend dans le val Brembana, où elles sont très développées, tourne par San-Gallo, Dossena, Premolo, au nord-est jusqu'au delà du val di Scalve, se montre à Spigolo dans le val Camonica, et enfin à l'extrémité nord du lac d'Iseo près de Lovere, et à Toline avec quelques fossiles caractéristiques. On les a déjà signalées à l'est de ce dernier point dans le val Trompia et le val Sabbia (1).

La teinte verte des marnes indique vers l'ouest le commencement de l'étage. Elles reposent à Introbbio sur celui de Guttenstein. A l'ouest et au sud du calcaire d'Esino, on doit les retrouver le long

(1) Voyez, pour plus de détails, sur la distribution de ces couches dans la Lombardie, de Hauer., *Ein Beitrag zur Kennt. der Fauna der Raibler Schichten*, etc., et *posteà*, chap. IX, sect. 1.

du lac de Como. M. Escher y cite la *Gervillia bipartita*, Mér., dans un calcaire bleuâtre et des marnes grisâtres, reposant sur les dolomies de Sasso-Mattolino. Les couches plongent à l'O. sous des masses dolomitiques, et sur d'autres points les assises de Kössen leur succèdent.

L'étage de Raibl se montre de San-Pellegrino à San-Giovani-Bianco où il plonge à l'O. Des rauchwackes s'y rencontrent vers le haut. Dans la coupe de la première de ces localités à Dossena, on voit succéder aux couches de Kössen une dolomie de l'étage de Dachstein, puis, plongeant au S., des grès et des marnes rouges ou vertes avec des nodules marneux très solides, rouges et verts, alternants. Ces couches s'observent aussi dans le val Antea où les bancs calcaires distincts alternent avec des grès et des marnes qui dominent dans le voisinage de Dossena. Des rauchwakes et des gypses y sont associés.

Près de Toline, M. Curioni a rangé ces assises marneuses et arénacées dans les marnes irisées, et les bancs les plus élevés dans l'étage de Saint-Cassian. Sur la carte de M. Omboni, le grès bigarré est indiqué à l'est de Lecco et d'Abbadia, près de Cassina, au sud-est d'Introbbio. Dans la première de ces localités ce sont les couches de Raibl. Sous celles de Kössen du val Imaga et du val Serina, les calcaires d'Esino sont du zechstein pour ce même géologue. Enfin M. Stoppani a proposé trois divisions topographiques dans le groupe supérieur, et chacune de ces divisions est à son tour partagée en trois assises qui se correspondent dans les trois régions. Celle de ces dernières qui est située le plus au sud près de Gaggio et dans le val Ritorta serait du lias pour M. Escher de la Linth, et M. Stoppani semble porté à mettre les couches fossilifères d'Esino sur l'horizon de celles de Raibl, tandis que M. de Hauer les regarde comme très distinctes.

Derniers travaux de M. Stoppani.

Ces recherches et ces conclusions d'un savant étranger au pays, mais familiarisé de longue main avec toutes les difficultés que présente l'étude stratigraphique des Alpes, et habitué en outre à généraliser par des vues larges d'ensemble les faits particuliers, devaient provoquer des observations et même des critiques plus ou moins fondées de la part des géologues de la localité. M. Omboni (1)

---

(1) *Intorno alla carta geol.*, etc. (*Atti della Soc. geol. residente in Milano*, vol. I, p. 97).

paraît en effet avoir communiqué des remarques à ce sujet, mais elles ne nous sont point parvenues. Celles qu'a publiées M. A. Stoppani (1) nous arrivent au moment où ces feuilles s'impriment et nous nous empressons d'en reproduire les parties les plus essentielles.

On a déjà vu que ce savant avait modifié à plusieurs égards les idées émises dans son premier ouvrage, et cela avec une franchise qui fait honneur à son caractère. Dans le travail actuel, tout en examinant les idées de M. de Hauer, qu'il approuve ou qu'il combat avec une convenance parfaite, il revient aussi fréquemment sur ses propres impressions, et il en résulte pour le lecteur un enchevêtrement de faits et d'opinions d'où la pensée dernière de l'auteur ne se dégage pas toujours avec une grande netteté. Nous n'avons néanmoins rien négligé pour nous en bien pénétrer et nous essayerons de le suivre dans ses appréciations les plus importantes en nous conformant à l'ordre qu'il a adopté dans l'exposé des matières.

(P. 7.) M. Stoppani rapporte d'abord aux couches de Servino les ardoises de Margno, supérieures au verrucano, comme on peut le voir le long du val Sassina, soit à l'est, au-dessus de Margno, soit à l'ouest en descendant vers Bellano. La bande carbonifère indiquée aux environs par M. de Hauer a été comprise dans la zone de Servino ou des couches de Werfen.

Comme M. Escher, M. Stoppani avait placé le *verrucano* dans le système carbonifère à cause de sa ressemblance avec celui de la Toscane dont il le croyait contemporain. Actuellement il fait remarquer que sur les schistes argileux du val Sassina est une masse de grès de couleurs variées décrite par lui, sous le nom de grès bigarré, comme une dépendance de sa *dolomie inférieure*, et qui serait en effet l'équivalent du véritable grès bigarré (*bunter Sandstein*). Cette assise diffère stratigraphiquement des schistes de Werfen ou des couches de Servino, et se rattache au muschelkalk dont elle ne serait qu'une modification accidentelle. **Verrucano.**

L'auteur s'accorde avec M. de Hauer pour ranger son *groupe de la dolomie inférieure* dans le muschelkalk ou calcaire de Guttenstein (*Guttenstein-Kalk*); mais, convaincu de l'importance géologique des marbres noirs de Varenna et des schistes à poissons de Perledo, il en fait l'objet d'une étude particulière. **Zone du trias inférieur.**

---

(1) *Rivista geol. della Lombardia in rapporto colla carta geologica di questo paese publicata dal cav. F. de Hauer* (*Atti della Soc. geol. residente in Milano*, 20 mars 1859).

(P. 12.) Ces dépôts, dit-il, sont compris entre la *dolomie inférieure* et une autre masse dolomitique qui, vers le haut, passe à des roches dépendantes des marnes irisées. La série, en allant de bas en haut, serait comme il suit :

1. Dolomie inférieure ou muschelkalk.
2. Marbre noir de Varenna et schistes à poissons de Perledo.
3. Dolomie grise ou calcaire marneux à *Gervillia bipartita*.
4. Couches fossilifères d'Esino.

M. de Hauer n'ayant pas attribué à la faune des schistes de Perledo toute l'importance que M. Stoppani lui reconnaît (1), il avait associé ces dépôts à la fois aux couches fossilifères d'Esino et aux marbres sous-jacents. Sans doute, continue ce dernier géologue, on peut discuter sur la convenance de les placer plutôt avec le trias supérieur qu'avec l'inférieur, mais ce qu'on ne peut admettre, c'est leur réunion avec les couches d'Esino, car les faits stratigraphiques et paléontologiques s'y opposent. En effet, si à la base des couches d'Esino il y a, comme l'admet M. de Hauer, des dépôts représentant les marnes irisées ou les couches de Saint-Cassian, les calcaires de Varenna et les schistes de Perledo étant inférieurs à ces dernières ne peuvent être associés aux calcaires d'Esino qui sont au-dessus. Si de plus la zone des marnes irisées marque, comme cela paraît être d'après la carte de M. de Hauer, la limite ou la séparation du trias inférieur et supérieur, ces mêmes assises de Varenna et de Perledo se trouveraient réunies au premier ou au muschelkalk, ce que démontre d'ailleurs la position des calcaires marneux à *Gervillia bipartita* de Prati di Agueglio, qui les séparent des calcaires fossilifères d'Esino.

La faune de Perledo, composée de reptiles et d'un grand nombre de poissons tout à fait nouveaux, donne à cette division un caractère particulier qui ne permet pas de l'associer à celle des calcaires d'Esino également particulière, sans rompre toutes les analogies paléontologiques et leurs rapports admis avec les données géologiques. Si, d'ailleurs, contrairement à ce qu'a dit M. Stoppani, il y avait quelques espèces communes aux deux horizons, telle que la *Posidonomya Moussoni*, cela prouverait seulement une certaine

(1) Voyez : *Studii geol. e paleontol. sulla Lombardia; — Appendice sui pesci fossili di Perledo*, par M. Bellotti, p. 419 ; *Liste des fossiles*, p. 289 ; *Observations*, p. 150. Milan, 1857.

ressemblance des faunes de niveaux différents, mais non l'identité de ces niveaux ou leur parallélisme. Précédemment l'auteur avait déjà réuni aux schistes de Perledo les schistes bitumineux de Besano avec poissons et reptiles (1).

En résumé, il considère les marbres noirs de Varenna et les schistes supérieurs de Perledo comme constituant dans la série un terme distinct par ses fossiles et par ses roches, terme auquel il réunit, outre les couches de Besano, les calcaires de Marcheno. Ce serait ainsi trois tronçons d'une zone que les recherches ultérieures devront compléter et relier. Sa position et la prédominance qu'on y observe de formes organiques du trias inférieur doivent la faire placer dans cette division de la formation, ou entre les roches qui représentent le groupe des marnes irisées (étage de Gorno et de Dossena de l'auteur) et la *dolomie inférieure*.

(P. 15). M. Stoppani, avant de démontrer que d'après ses propres observations il y a eu, de la part de M. de Hauer, relativement à ce qu'il appelle trias supérieur, intervertissement, répétition ou double emploi et confusion des dépôts, commence par rappeler la classification de ce dernier, telle que nous l'avons exposée nous-même. Pour éviter toute méprise, continue-t-il, il ne faut pas perdre de vue que l'étage de Saint-Cassian est en Lombardie, d'après le savant géologue de Vienne, composé de grès et de calcaires marneux panachés, ou par cet ensemble de roches très développées dans le val Trompia, le val Sabbia, etc., que j'ai désigné par l'expression de *Keuper* ou de *roches keupériennes*. M. de Hauer comprenait aussi dans l'étage de Raibl les calcaires fossilifères de Gorno, de Dossena, d'Oltresenda, etc., ainsi que les diverses roches qui, dans le val Brembana, sont intimement liées aux calcaires fossilifères.

Zone du trias supérieur.

Voulant ensuite rétablir la série triasique supérieure telle qu'il la comprend actuellement et contrairement à sa première manière de voir comme à celle de M. de Hauer, M. Stoppani rappelle qu'au-dessous des couches d'Azzarola, représentants de celles de Kössen, il y a des lumachelles et des schistes dont la faune, quoique peu caractéristique, a quelque analogie avec celle de Saint-Cassian, ainsi que l'avaient reconnu MM. Escher, Mérian, etc. Plus bas est une dolomie jusqu'alors sans fossiles et qu'il a désignée par l'expression de *dolomie moyenne* (val Ritorta, rive droite du lac de

(1) *Studii geol. e paleontol. sulla Lombardia*, chap. X.

Lecco), et, après avoir mentionné les faits qui l'avaient conduit à des rapprochements théoriques peu fondés, il donne le tableau suivant du groupement des dépôts triasiques de ce pays, tel qu'il l'admet aujourd'hui, depuis l'étage des marbres noirs de Varenna jusqu'aux couches d'Azzarola appartenant au lias.

Trias inférieur ; marbre noir de Varenna et schistes à poissons de Perledo.

| | | |
|---|---|---|
| Trias supérieur. . | Étage de Gorno et de Dossena. . . | Dolomie de San-Difendente, calcaire marneux et grès panachés. |
| | | Calcaire marneux et arénacé, avec *Gervillia bipartita*. |
| | Étage de la dolomie moyenne. . | Calcaire et dolomie, avec fossiles d'Esino. |
| | | Dolomie supérieure au calcaire précédent. |

Lias inférieur, couches d'Azzarola ou de Kössen.

**Étage de Gorno et de Dossena.**

Dans cette classification comparée à celle de M. de Hauer, on voit d'abord que l'étage de Gorno et de Dossena, composé comme il vient d'être dit, s'accorde avec la manière de voir de ce dernier géologue ; mais les étages de Saint-Cassian et de Raibl qu'il a distingués et séparés doivent, suivant M. Stoppani, n'en former pétrographiquement qu'un seul. En effet, M. de Hauer ne dit pas très expressément quels sont les dépôts qui constituent son étage de Saint-Cassian, et parle seulement de leur développement dans le val Trompia où ce sont des roches marneuses et arénacées. Sa carte montre qu'il y comprend la grande masse de couches arénacées, marneuses, rouges, vertes, etc., qui acquiert tant d'extension dans la Lombardie orientale, dans le val Sabbia, le val Trompia, etc., et elle embrasse par conséquent une partie des roches variées que M. Stoppani avait, suivant l'usage, appelées *roches keupériennes* ou *Keuper*.

M. de Hauer admet ensuite dans le même pays un étage de Raibl avec des roches que M. Stoppani appelle aussi *roches keupériennes* du val Brembana, calcaires à Gervillies et à *Myoconcha* de la même vallée, etc. Or, pour ce dernier géologue, ces divers dépôts ne constituent qu'un seul et même tout. Puis, traitant plus particulièrement de la masse principale de l'étage assez complexe de Gorno et de Dossena formé par des marnes et des grès panachés, si, dit-il, dans le val Trompia et le val Sassina les calcaires fossilifères manquent ou n'ont pas encore été trouvés, cela n'empêche

pas que l'ensemble des roches de cette vallée, placées par M. de Hauer dans l'étage de Saint-Cassian, ne corresponde parfaitement à l'ensemble de celles que dans le val Brembana et le val Seriana il met dans l'étage de Raibl.

M. Stoppani s'attache à prouver que ces couches, soi-disant distinctes de Saint-Cassian et de Raibl, ne sont stratigraphiquement dans la Lombardie que l'étage unique de Gorno et de Dossena. La série qui se développe entre Oltresenda et le pont d'Ardese, coloriée comme l'étage de Saint-Cassian sur la carte de M. de Hauer, ne serait que la répétition des couches de Gorno et de Dossena, constituant deux zones parallèles : l'une au sud appelée couches de Raibl, l'autre au nord appelée couches de Saint-Cassian. Celle-ci descend du val di Scalve, traverse le Serio à Ardese, pour se prolonger jusqu'à Piazza dans le val Brembana, au fond des vallées opposées et bornées au sud par le mont Arera.

De l'identité des dépôts d'Oltresenda et d'Ardese, il résulte que la série stratigraphique ne montre pas un étage de Raibl supérieur. et un étage de Saint-Cassian inférieur séparés par un étage intermédiaire composé de diverses roches, ce qui est également vrai du val Brembana, du val di Scalve et de toute la partie moyenne de la Lombardie où l'on observe la double zone de l'étage de Gorno et de Dossena. Il en est encore de même dans la partie la plus orientale, au delà du val Camonica, aux environs de Toline, de Zone, etc. Au point de vue paléontologique, M. Stoppani fait voir que les fossiles d'Oltresenda et d'Ardese sont semblables, et que la faune de l'étage supposé de Saint-Cassian, dans les vallées de la province de Brescia, se réduit à la *Posidonomya Lommeli*, espèce qui, si elle manque à Gorno, à Dossena, à Ardese et ailleurs, se trouve dans tout le trias supérieur et ne peut par conséquent caractériser aucune de ses divisions en particulier.

(P. 28.) L'auteur montre encore que son étage complexe de Gorno et de Dossena, qui comprend ainsi les étages de Saint-Cassian et de Raibl de M. de Hauer, est inférieur aux couches fossilifères d'Esino que celui-ci plaçait entre ses deux étages. M. Escher ayant découvert au Prati-d'Agueglio au nord d'Esino des couches remplies de *Gervillia bipartita*, espèce très caractéristique de celles de Gorno et de Dossena (étage de Raibl de la Lombardie), avait supposé un renversement pour accorder les faits avec ses idées ; mais M. Stoppani, dans une lettre adressée à M. de Hauer, a rétabli la vraie position des couches à *Gervillia bipartita* de Prati qui se

trouvent être précisément entre la masse des strates à fossiles d'Esino et la dolomie de San-Difendente. L'allure générale des couches ainsi replacées est tout à fait normale. Le petit nombre de celles qui sont fossilifères ont les caractères des couches de Gorno; mais à Esino ce caractère est exceptionnel, la masse étant calcaire ou dolomitique. Enfin, après avoir rappelé un passage de l'*Appendice* de M. Curioni et discuté les faits, M. Stoppani présente les conclusions suivantes (p. 33) :

1° L'étage de Gorno et de Dossena se compose de deux sous-étages plus ou moins distincts : le premier vers le bas comprend des grès et des marnes panachées; les fossiles y sont rares ; on y cite la *Posidonomya Lommeli;* il est très développé dans la province de Brescia, et correspond particulièrement à l'étage de Saint-Cassian de M. de Hauer ; le second, vers le haut, offre des grès, des marnes et des calcaires avec *Gervillia bipartita*, *Myophoria Kefersteini*, etc.; il est développé dans le Bergamasque et représenterait surtout l'étage de Raibl du géologue de Vienne.

2° Cet étage occupe deux zones principales dans la partie moyenne de la Lombardie : l'une passe du val Camonica dans le val di Scalve, traverse le val Seriana, se voit à Ardese, remonte dans le val Canale, et du passage du lac Branchino se dirige sous le mont Arera pour rejoindre le val Brembana à Piazza ; l'autre, du val Camonica se dirige vers Oltresende dans le val Seriana et de là par Gorno et Dossena pour se retrouver dans le val Brembana. Ces deux zones se réunissent à l'est dans le val Trompia, le val Sabbia, etc., à l'ouest dans la vallée de la Pioverna.

3° Cet étage ainsi constitué et caractérisé est inférieur à celui des couches à fossiles d'Esino.

Ces faits expliquent pourquoi MM. Curioni et de Hauer admettaient l'absence des calcaires d'Esino sur certaints points, et dans ce cas le contact immédiat des étages de Saint-Cassian et de Raibl. Ce qui paraissait être une anomalie n'était au contraire que la conséquence naturelle de la constitution géologique du pays.

M. Stoppani indique encore d'autres changements à faire à la carte de M. de Hauer, relativement à la répartition de l'étage de Gorno et de Dossena tel qu'il le comprend; puis il s'occupe de la *dolomie de San-Difendente* et de Sasso-Mattolino, qu'il avait d'abord regardée comme parallèle à sa *dolomie moyenne* du val Ritorta; mais celle-ci est supérieure aux couches de Gorno et de Dossena, tandis que l'autre leur est inférieure et se trouve placée entre ces

mêmes couches et les schistes à poissons de Perledo. Près d'Esino elle forme les deux sommets dénudés de San-Difendente et de Sasso-Mattolino, entre lesquels passe le chemin de Prati-d'Aguaglio. Cette dolomie s'observe encore sur divers autres points; mais, en l'absence de caractères bien prononcés, l'auteur se borne à la considérer comme constituant la base de sa division de Gorno et de Dossena.

Étage de la dolomie moyenne.

La *dolomie moyenne* déjà décrite (1) se trouve au-dessous des couches d'Azzarola ou de Kössen, dont elle est séparée par des schistes marneux noirs. Elle est très développée dans le val Ritorta. Aux Quattro-Ruote, près de Caino, les couches d'Azzarola sont bien caractérisées et constituent un ensemble de calcaires marneux et de marnes avec *Terebratula gregaria*, *Avicula contorta*, etc., comprenant aussi un banc de polypiers mentionné tout spécialement (2). Plus bas vient affleurer une masse puissante de dolomie blanche, cristalline, interrompue ensuite par quelques calcaires noirs ou noirâtres, et continuée par une masse énorme de dolomie caverneuse ou tufacée. Dans sa partie supérieure se trouve fréquemment la bivalve de Dachstein (*Cardium triquetrum*, Wulf.). Cette dolomie qui forme les pentes des montagnes du val Sabbia et de ses dépendances a une épaisseur d'au moins 600 mètres. Au-dessous apparaissent les roches keupériennes de l'auteur qui regarde cette *dolomie moyenne* comme formant un seul et même tout avec les couches fossilifères d'Esino, dont elles occuperaient la partie supérieure. Elle comprendrait en outre une grande partie du calcaire de Dachstein de M. de Hauer. Cette conclusion repose sur quatre propositions que M. Stoppani développe dans les paragraphes suivants, et qu'il termine par le tableau que nous reproduisons, tableau dans lequel il met en regard la classification adoptée par MM. Mérian, Gümbel et de Hauer pour le Tyrol septentrional et le Vorarlberg et celle qu'il propose pour la Lombardie.

| Tyrol septentrional et Vorarlberg. | Lombardie. |
|---|---|
| 1. Calcaire de Dachstein. | 1. Dolomie supérieure liasique. |
| 2. Couches de Kössen. | 2. Banc madréporique.<br>3. Dépôts d'Azzarola.<br>4. Schistes noirs marneux. |

(1) A. Stoppani, *Studii geol. e paleont.*, etc., p. 125.
(2) *Loc. cit.*, p. 99.

| Tyrol septentrional et Vorarlberg. | Lombardie. | |
|---|---|---|
| 3. Dolomie principale. | 5. Dolomies avec *Gastrochæna obtusa*. | Dolomie moyenne. |
| . . . . . . . . . . . . . | 6. Couches à fossiles d'Esino . . . . . | |
| 4. Couches à *Cardita*, couches de Raibl. | 7. Calcaires à *Gervillia bipartita*. . . . . | Étage de Gorno et Dossena. |
| 5. Calcaire de Wildanger, etc., calcaire d'Esino. | . . . . . . . . . . . | |
| 6. Schistes de Parnatch. | 8. Marnes et grès panachés. . . . . . | |

Après diverses remarques sur la position des bivalves de Dachstein, remarques qui ne jettent pas encore une lumière complète sur ce sujet, M. Stoppani reproduit les conclusions précédentes sous une autre forme (p. 51), et donne (p. 83) un tableau général de la série des terrains de la Lombardie telle qu'il l'admet actuellement. Nous reproduirons la partie de ce tableau qui concerne le trias, en substituant seulement le mot *étage* au mot *groupe* pour rester fidèle à notre terminologie. Ce sera en quelque sorte le résumé sommaire de tout ce que nous avons dit sur ce sujet :

Dernière classification.

1. *Étage des schistes noirs marno-charbonneux* (passage des dépôts jurassiques et triasiques). Lumachelle calcaire, compacte ou schisteuse ; schistes marneux ou terreux, noirs, fissiles, en bancs très minces ou épais, irisés, pyriteux ou ferrugineux, avec des bancs subordonnés de calcaire marneux compacte. — *Cardita crenata*, *Leda elliptica*, *Baktryllium striolatum*, *deplanatum* et *canaliculatum*.

2. *Étage de la dolomie moyenne.*

   *a*. Dolomie moyenne, dolomie grise ou blanche, cristalline, constituant les montagnes les plus élevées de la zone calcaire de la Lombardie.—*Cardium triquetrum*, *Gastrochœna obtusa*, *Avicula exilis*, *Posidonomya Lommeli* et des Ammonites de la section des *globosi*.

   *b*. Dépôts fossilifères d'Esino. Calcaires compactes et dolomies caverneuse et farineuse.

      *a*. Calcaire à *Chemnitzia Escheri*.

      *b*. Couches à *Ostrea stomatia*.

      *c*. Dolomie blanche ou rose, caverneuse à *Natica monstrum*. — San Salvatore près Lugano, Loveno près Menaggio, val Torta, Lenna, mont Arera, Clusone, val Trompia, val Sabbia, val d'Ampola en Tyrol, etc. — *Ammonites Aon*, *A. Johannis Austriæ*, *Chemnitzia princeps*, *C. Aldrovandi*, *C. punctata*, *C. gracilis*, *C. Escheri*, *Actæonina armata*, *Natica monstrum*, *N. Meriani*, *Turbo depressus*, *Gastrochæna obtusa*, *Avicula exilis*, *Posidonomya Lommeli*, *Pecten*

*inæquistriatus*, *P. discus*, *P. Schmiederi*, *Ostrea stomatia*, etc.

3. *Étage de Gorno et de Dossena.*
   a. Calcaires marneux, schisteux ou arénacés, noirs, bleu-cendré ou jaunâtres. — Prati d'Agueglio, val Sassina, territoire de Lecco, San-Giovano-Bianco, San-Gallo, Dossena, col de Zambla, Gorno, Piazza, lac Branchino, Ardese, mont Presolana, Piario, Toline, etc. — *Chemnitzia Meneghini*, *Myoconcha Curioni*, *M. gornensis*, *Myophoria Kefersteini*, *M. Whatelyæ*, *Gervillia bipartita*, *Posidonomya Lommeli*.
   b. Grès panachés gris, rouges, verts et jaunes. — Dolomie de San-Difendente, à la partie inférieure. — Localités déjà indiquées pour les calcaires marneux fossilifères, puis à la Madonna del Monte et sur le mont Rasa dans les environs de Varèse ; val Trompia et val Sabbia, dans la province de Brescia. — *Posidonomya Lommeli*, *Equisetites trompianus*.
4. *Étage des marbres de Varenna.*
   a. Schistes à ichthyolithes ou à poissons de Perledo ; schistes marno-charbonneux, noirs, fissiles, en couches très minces, ou schistes noirs, bitumineux, papyracés. — Madonna del Monte, Besano près du lac de Lugano, Perledo, Grumello-Alto? dans le val Brembana, val Lumezzane. — *Lariosaurus Balsami*, *Pachypleura Edwardsii*, *Lepidotus serratus*, *Semionotus brevis*, *Pholidophorus Porro*, *Urolepis macropterus*, *Ichthyorhynchus Curioni*, *Ammonites Mandelslohii*, *Posidonomya Lommeli*.
   b. Marbre de Varenna ; calcaire noir compacte de Menaggio, de Varenna, etc. *Posidonomya Moussoni*. Calcaires noirs, marneux de Brozzo et de Marcheno, dans le val Trompia, le val Canale, Nozza, dans le val Sabbia. — *Ammonites Aon*, *Lima lineata*, *Terebratula vulgaris*.
5. *Étage de la dolomie inférieure.* — Dolomie, calcaires rubannés, rouges, panachés ; vers le bas, grès, avec des végétaux. — Zone continue à Nobiallo et passant par le val Sassina, val Torta, val Brembana, val Seriana, val di Scalve, val Camonica, val Trompia, val Sabbia, etc. — *Encrinus entrocha*, *Æthophyllum speciosum*, *Voltzia heterophylla*.

Un changement plus important encore que les précédents, apporté par M. Stoppani à la classification de M. de Hauer, consiste à avoir descendu dans l'*époque paléozoïque* tout ce qui vient au-dessous de cette dolomie inférieure : c'est-à-dire les couches de Servino et par conséquent celles de Werfen et le verrucano. Cette dernière dénomination sert de titre pour l'étage qu'il divise en deux, comme il suit :

6. *Étage du verrucano.*
   a. Couches de Servino, marquant le passage de l'époque paléo-

zoïque à l'époque secondaire. — Schistes micacés, arénacés, argileux, panachés, rouges, verts, cendrés, etc., accompagnant toujours les couches suivantes et quelquefois alternant avec elles. — *Naticella costata*, *Myacites fassaensis*, *Pecten Fuchsi*.

*b*. Couches de Sales. — Poudingues à grains de quartz, à ciment argileux, généralement rouges. — Val Travaglia, San-Salvatore, près Lugano, mont Campione, Rezzonico, Bellano, val Sassina, val del Bitto, San-Marco, Branzi, Gromo, Schilpario, Capo-di-Monte, Bogno, Pisogne, Darfo, Passo di Croce-Domini, Bovegno, Collio, Bagolino.

7. *Étage des schistes cristallins*.

M. Stoppani donne aussi un tableau des terrains de la province de Brescia (p. 91), où la série du trias correspond à peu près à la précédente, mais paraît être moins compliquée dans ses éléments constituants.

Comme pièces à l'appui de ce qui précède, tant de sa critique du travail de M. de Hauer que des modifications apportées à ses premières opinions, le même savant décrit encore en détail les coupes stratigraphiques du val Ritorta, du val Sassina, du val Galavesce ou val d'Erve, du val Imagna et du val Brambilla, des environs d'Almenno, du val Brembana, de la route de Lenna à Ardese, par le passage du lac Branchino, de la rive droite du lac d'Iseo et enfin de plusieurs points de la province de Brescia.

Il est probable que M. de Hauer reviendra à son tour sur les observations de M. Stoppani et que, tout en appréciant la forme et en reconnaissant peut-être la justesse de plusieurs d'entre elles, il reprendra ce sujet à un point de vue général, plus complet et d'accord avec la direction habituelle de ses études.

La connaissance de la Lombardie seule, quelque complète qu'elle soit, ne peut servir de base à une classification des terrains sédimentaires des Alpes, pas plus du trias que des autres formations; peut-être même n'y a-t-il pas une seule partie de cette vaste région montagneuse si complexe qui possède cette prérogative de pouvoir être prise pour terme de comparaison et servir de type. Ce que nous avons vu dans les volumes précédents et ce qui nous reste à exposer dans celui-ci montrent assez, par la variété des effets que nous constatons, la diversité des causes agissant en même temps sur les divers points, et c'est cette variété même qui rend leur synchronisme si difficile à établir.

§ 4. — **Tyrol méridional.**

Ainsi que nous l'avons fait pressentir (*antè*, vol. VII, p. 255), le Tyrol méridional est le point où depuis vingt ans les questions théoriques qui se rattachent à la formation qui nous occupe ont été le plus vivement controversées. Si les dolomies jurassiques et les roches ignées de ce pays ont été comme le champ de bataille de bien des théories, les dépôts du trias n'ont pas donné lieu à moins de mouvements d'une stratégie plus ou moins habile de la part des observateurs. — **Observations générales.**

Les dépôts de cet âge, dont les types généraux semblaient avoir été irrévocablement fixés dans le reste de l'Europe, se révélèrent tout à coup avec des caractères insolites. Les roches comme les faunes, et surtout celles de la fin de la période, offrirent une richesse et une variété de formes inconnues qui jetèrent d'abord une certaine indécision dans les esprits, et il fallut des recherches stratigraphiques fort attentives et très multipliées pour démontrer une fois de plus que les caractères des formations qui composent les chaînes de montagnes complexes peuvent différer essentiellement de ceux qu'elles présentent dans les pays de plaines, de plateaux et de chaînes simples ou mixtes.

Placé géographiquement entre les basses montagnes secondaires du Milanais que nous avons étudiées dans les volumes V et VII de cet ouvrage et celles des Alpes vénitiennes à l'est, le Tyrol méridional est le lien naturel de ces deux portions du versant sud de la chaîne, et si nous le décrivons séparément c'est pour faciliter la coordination des nombreux documents publiés sur ce sujet, en rendre la lecture moins fatigante, et aussi parce que la plupart des observateurs ne se sont occupés que d'une de ces portions à la fois, de sorte que les divisions territoriales, administratives ou politiques, se reproduiront dans le groupement des matériaux que nous avons à employer. Ainsi se trouvent justifiées les divisions indiquées par le titre même de chacune de nos sections.

Après les esquisses données par de Buch (1), la carte géologique — **Cartes géologiques générales.**

(1) *Carte d'une partie du Tyrol méridional.* Innspruck, 1822. —*Ann. de chim. et de phys.*, vol. XXIII.—*Taschenb. für Miner.*, 1824.— *Bibliot. italiana*, vol. XXXII, p. 351. — *Zeitschr. für Miner.*, 1829, pl. 2. — *Abhandl. der Berliner Ak. der Wissenschaften*, etc.

jointe au mémoire de MM. Sedgwick et Murchison (1) montra, sous la désignation de *grès rouge et de calcaires magnésiens*, des roches du trias occupant le fond du bassin de la Nocella et de ses affluents à l'ouest, puis celles de la vallée de Fassa à l'est. Elles forment ensuite, au nord de ce dernier point, une zone étroite qui remonte vers Brunecken, redescend au sud-est et longe les montagnes qui bordent au sud le Gail-Thal.

Sur la carte de M. de Dechen (2), une bande de grès bigarré (*bunter Sandstein*) suit à l'ouest le massif porphyrique de Botzen le long du cours de l'Adige. A l'est du même massif plusieurs lambeaux se voient çà et là entourés de calcaires jurassiques. En 1844, de Collegno ne marqua aucun dépôt triasique sur son *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie* (3). Ceux du Tyrol et du Vicentin, dit-il, qui présentent quelques fossiles de cette période, sont tellement restreints qu'il était impossible de les indiquer sans exagérer beaucoup leur étendue; aussi ont-ils été compris sous la teinte propre à la formation jurassique. Nous ferons remarquer toutefois que l'échelle de cette carte est beaucoup plus grande que celle des précédentes.

La teinte qui représente le grès rouge (*rother Sandstein*) sur la carte générale de l'empire d'Autriche (4) offre une distribution assez analogue à celle du grès bigarré de la carte de M. de Dechen, tant dans la vallée de la Nocella que sur les deux rives de l'Adige et dans la vallée de Fassa, aux environs de Niederdorf. Quant à la grande carte géognostique du Tyrol (5), les dénominations employées de *mittelerer Alpenkalk*, *unterer Alpenkalk*, *grès doléritique*, etc., sous lesquelles sont compris les dépôts du trias, étaient peu propres à en faciliter une connaissance théorique satisfaisante, malgré le mérite incontestable des recherches que renferme ce travail utile, surtout au point de vue technique (voyez, *antè*, vol. VII, p. 256).

---

(1) *The eastern Alps* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. III, pl. 35, 1832).

(2) *Geognostische Uebersichts-Karte von Deutschland*, etc., 1 feuille. Berlin, 1839.

(3) Une feuille. Paris, 1844. — *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 403, 1844.

(4) *Geognost. Uebersichts-Karte der Oesterr. Monarchie*, p. W. Haidinger, en 9 feuilles. Vienne, 1845. — Réduction par J. Scheda, 1 feuille. Vienne, 1847.

(5) *Geognostische-Karte Tirols*, 1849, 10 feuilles et 3 pl. de coupes.

Malgré la petitesse de son échelle, on trouve indiquée sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol (1), une surface triasique considérable d'abord en Lombardie, entre les lacs de Como et d'Iseo, puis dans le Tyrol, autour du village de Saint-Cassian. De son côté, A. Dumont (2), qui a beaucoup trop restreint l'étendue du trias de la Lombardie, en ne suivant pas les indications de la carte géologique de la Suisse, range également dans le trias, mais avec des contours plus découpés et une moindre extension, les dépôts des environs de Saint-Cassian.

Dans diverses publications qu'il nous suffit de rappeler ci-dessous (3), les couches sédimentaires du Tyrol, que nous rapporterons à la formation triasique, avaient été indiquées avec plus ou moins de détails; mais ce fut surtout lorsque parut le mémoire de M. H. L. Wissmann, accompagné de la description des fossiles par le comte de Münster (4), que l'attention des géologues fut sérieusement appelée sur ce sujet. Aucun travail stratigraphique assez précis ni suffisamment détaillé n'était encore venu éclaircir la position géologique de ces débris organiques connus dans les collections sous la dénomination de *fossiles de Saint-Cassian*. Cependant ce travail lui-même fut loin d'éclaircir beaucoup la question, et les rapports des divers systèmes de couches de ce pays restèrent encore fort obscurs.

Au sud de Saint-Martin, dit M. Wissmann, lorsqu'on se dirige du N. au S. dans la vallée de l'Abtei (*Abteithal*), les schistes Mémoire de MM. Wissmann et de Münster.

(1) *Geological map of Europe*. 4 feuilles, 1856.

(2) *Carte géologique de l'Europe*, 4 feuilles, sans date, mais ayant paru dans l'automne de 1847, après la mort de l'auteur.

(3) Maraschini; *Ueber einige vulk. Gest. im Val di Fiemme* (*Zeitschr. für Miner. von Leonhard*, 1829, vol. I, p. 109). — *Biblioteca italiana*. — Zeuschner, *Ueber den Dolomit im Thale von Fassa*, ibid., p. 401, accompagné d'observations de G. Pusch. — Comte de Münster; *Ueber das Kalkmergellager von San-Cassian in Tirol und die darin Vorkomm. Ceratites* (*Neu. Jahrb.*, 1834, p. 1). — Reuss, *Geognost. Beobacht. in Tirol* (*ibid.*, 1840, p. 127). — Goldfuss, *Petrefacta Germaniæ*, in-fol., 1826-1844, *passim*, pour beaucoup d'espèces fossiles placées à divers niveaux, depuis le terrain de transition jusqu'au groupe jurassique supérieur. — *Lethæa geognostica*, de Bronn, 1re édit., in-8° et atlas in-4°, 1835-37. 2e édit., id. — *Mem. botan. geol. intorno alle valli di Fassa et di Fiemme*, par Facchini (*Ann. delle sc. natur. di Bologna*. 1839).

(4) *Beiträge zur geogn. und Petrefactenkunde des südöstlichen Tirol's*, etc., in-4°, 16 pl. Bayreuth, 1841. — *Neu. Jahrb.*, n° 1, 1842. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 965, 1842.

micacés disparaissent, et une masse argilo-sablonneuse, rouge, lui succède, recouverte à son tour par des bancs calcaires plongeant au S. Ces derniers ne tardent pas à être masqués par suite de divers bouleversements. Le grès ressemble au grès bigarré ordinaire. De ce point à Saint-Léonhard on ne voit que des calcaires gris, des argiles schisteuses rouges et des grès rouges, roches analogues à celles du trias de l'Allemagne sous le rapport pétrographique, mais dont les relations stratigraphiques sont encore indéterminées. L'arrivée au jour des mélaphyres aurait occasionné les dérangements observés dans les calcaires, et, parmi les fossiles caractéristiques de ce système, l'auteur cite la *Myacites fassaensis*, Wissm.

Le profil de la route de l'Alpe de Seiss a été décrit par MM. de Buch, Zeuschner et Reuss, mais les fossiles qu'on y rencontre ont été peu étudiés. Les couches, horizontales vers le bas de l'escarpement, vers le haut plongent au S.-E. Les marnes grises, brunes ou vertes, alternent entre elles ainsi que des calcaires noirs ou gris-bleu, des marnes dolomitiques jaunes, puis des grès rouges, le tout ressemblant encore au trias de l'Allemagne. Les fossiles, qui paraissent être les mêmes dans les diverses assises, servent à les réunir en un ensemble que l'auteur désigne sous le nom de *couches de Seiss*. On y remarque aussi des silex hornstein, et la série semble se terminer avant qu'on atteigne les grandes mases dolomitiques rapportées à la formation jurassique et dont la ligne de contact n'a pas été bien déterminée (*antè*, vol. VII, p. 255).

Il en est de même sur le versant méridional du Schlern qui à l'est se rattache aux dolomies dans la direction de la vallée de Fassa. Cette dernière présente des relations stratigraphiques semblables aux précédentes, et l'on y voit la même couche à des niveaux qui diffèrent de plus de 300 mètres. Les dolomies blanches règnent toujours au-dessus des assises rouges. Le profil tracé de Campedello à une faible distance de ce point est analogue à celui du versant opposé de la Seisser-Alp. Ce sont des calcaires, des marnes, des argiles schisteuses et des grès avec *Myophoria fassaensis*, représentant le gisement de Vigo (1). A l'ouest et au sud de Botzen, on peut encore voir une disposition semblable aux environs de Saint-Pancrace et dans la vallée d'Ulten, suivant M. Reuss (2), où les

---

(1) Reuss, *loc. cit.*, p. 159, 1840.
(2) *Ibid.*, p. 148.

conglomérats surmontent les porphyres. Ces roches clastiques sont comparées au grès rouge (*rothe todte Liegende*), puis vient un grès qui représenterait le grès bigarré.

Des grès rouges et blancs, des calcaires comparables au muschelkalk et des marnes dolomitiques jaunes recouvrent le porphyre sur les pentes orientales de la vallée de l'Adige entre Meran et Botzen, et sont surmontés par les dolomies blanches cristallines. Sur la carte de de Buch les couches de Seiss portent les nos 5 et 6, et il faudrait, suivant M. Wissmann, y réunir les assises qui supportent les dolomies des environs de Cortina. Dans le Tyrol septentrional et le Salzbourg, cet ensemble de dépôts représenterait le système de couches placé à la limite des schistes cristallins et désigné sous le nom de *schistes de Werfen* (1); il en serait de même des schistes d'Abtenau. Les fossiles recueillis dans les couches de Seiss sont des débris de plantes, des *Posidonomya*, l'*Avicula Zeuschneri*, Wissm., un *Lyrodon*, la *Myacites fassaensis*, Wissm., des gastéropodes voisins des Turritelles et des tubes de Serpules.

Après avoir traité des dolomies de la vallée de Fassa dont nous avons parlé (*antè*, vol. VII, p. 257 et suivantes), M. Wissmann passe à l'examen des *couches* dites *de Saint-Cassian*. Celles de Seiss qui, d'après ce géologue, seraient les plus basses de la série sédimentaire du Tyrol, sont parfois immédiatement surmontées par les dolomies de Fassa, et rien ne les recouvre; mais ailleurs il existe entre elles d'autres dépôts réguliers dont les nombreux fossiles avaient depuis longtemps attiré l'attention.

Les montagnes dolomitiques des environs de Colfosco atteignent des altitudes de 2274 mètres, mais les couches fossilifères dont nous allons parler ne s'élèvent qu'à 650 et 1360 mètres. Partout elles sont recouvertes d'épaisses forêts, de masses éboulées ou de dépôts d'alluvion qui les masquent en grande partie. On y reconnaît seulement une argile marneuse, alternant çà et là avec des bancs calcaires, mais dont les relations avec le système précédent ont échappé à l'auteur. Il pense néanmoins que ces couches sont inférieures aux dolomies, et, d'un autre côté, les rapports observés entre les schistes cristallins ou micacés, les porphyres et les couches de Seiss ne permettent pas de penser qu'elles soient antérieures à ces dernières, de sorte qu'il est conduit à les considérer comme formant un dépôt local ou accidentel entre celles-ci et les dolomies.

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1830, p. 172; 1831, p. 76.

Les gisements de fossiles de Saint-Cassian sont particulièrement situés au sud-ouest du village de ce nom, à une lieue et demie de l'église. Ce sont des argiles marneuses grises, rarement schisteuses, avec quelques bancs calcaires gris, subordonnés, de $0^m,25$ d'épaisseur, et qui ressemblent au muschelkalk. La surface de ces bancs est noduleuse et de teinte rouge. Le plongement à l'E. est faible. Dans les deux sortes de roches les fossiles sont très abondants, ont leur test bien conservé, et ne se trouvent ni à l'état de moules ni à l'état d'empreintes. Tous sont contemporains, appartiennent à un même ensemble de dépôts, et l'on ne peut pas admettre qu'ils aient été mélangés après avoir été extraits de couches différentes, bien qu'on y trouve associés des genres qui ailleurs appartiennent à des formations distinctes. Un très petit nombre d'entre eux ressemble à ceux que l'on trouve dans d'autres pays. Les Goniatites et les Cératites sont des espèces particulières et l'on ne peut pas assigner le niveau géologique de ces couches par les fossiles seuls qu'elles renferment.

Dans celles d'Heiligkreuz (Sainte-Croix), sur le versant oriental de l'Abteithal (1), on trouve des concrétions irrégulières et beaucoup de fossiles, mais d'espèces peu variées et peu caractéristiques. Ces couches diffèrent de celles de Saint-Cassian, et renferment l'*Avicula depressa*, Wissm., l'*A. glaberrima*, id., la *Nucula inflata*, id., la *Natica Sanctæ Crucis*, id., la *N. pleurotomoides*, id., des débris d'annélides, de poissons et des coprolithes.

M. Lommel a fait connaître, sur le côté oriental de la vallée de l'Abtei, les *couches de Wengen*, qui sont des calcaires noirâtres, schistoïdes, à odeur bitumineuse, à cassure esquilleuse et remplis de fossiles. On y voit subordonnées des plaques de calcaire argileux gris-vert, couvertes d'empreintes de végétaux. La plupart de ces fossiles sont ceux du grès rouge de Seiss. Les Avicules et les Posidonomyes offrent les caractères de celles du lias. Néanmoins il est probable que ces dépôts représentent les couches de Seiss. On y trouve : l'*Halobia Lommeli*, Wissm., la *Posidonomya wengensis*, id., l'*Avicula globulus*, id., des Ammonites, etc.

M. Wissmann fait remarquer d'ailleurs (p. 24) que dans les Alpes la nature ne semble pas avoir suivi, pour la succession et la distribution des corps organisés, les lois générales auxquelles elle s'est astreinte dans les autres contrées; mais il pense que par la suite

(1) On écrit aussi : Abtheithal et Abteythal.

il sera possible d'y reconnaître également l'âge relatif des dépôts au moyen de leurs fossiles. On trouve ainsi dans cette réflexion le germe du principe que nous nous sommes attaché à développer précédemment et que viendra confirmer aussi l'étude du trias considéré dans les chaînes de montagnes très accidentées.

Dans la seconde partie de ce travail le comte de Münster a donné la description et les figures de toutes les espèces fossiles recueillies dans les calcaires marneux de Saint-Cassian. Les 422 espèces déterminées sont réparties dans 79 genres. La plupart d'entre elles sont nouvelles, dit l'auteur (p. 145), et un très petit nombre passent dans d'autres formations.

D'après ses recherches, aucune de ces dernières ne remonte des couches jurassiques supérieures jusque dans le terrain tertiaire; mais on en trouve dans des formations plus anciennes, telle que la formation carbonifère, puis dans le muschelkalk ou le trias, dans le lias et dans certaines assises oolithiques. 3 espèces indiquées comme appartenant au premier groupe jurassique sont des baguettes de Cidaris et une petite Émarginule (*E. Goldfussi*, Rœm.?); 12 espèces auraient leurs analogues dans le calcaire carbonifère, l'une d'elles se trouvant aussi dans le muschelkalk; 10 se représenteraient dans ce dernier groupe, parmi lesquelles 1 remonterait dans le lias et 1 descendrait dans le système carbonifère. Des 11 qui auraient leurs représentants dans le lias, 1 s'abaisserait dans le muschelkalk et une autre s'élèverait dans le groupe jurassique supérieur. En résumé, sur 422 espèces il y en aurait 33 communes à d'autres formations. Sur ce nombre, 13 auraient été reconnues *identiques* et 20 seulement *analogues*, nous dirons *voisines*, ne pouvant admettre le sens particulier que quelques auteurs avaient alors assigné au mot *analogue* pour le distinguer du mot *identique*.

On trouve en outre représentés dans les couches de Saint-Cassian, les genres *Bellerophon*, *Orthoceratites*, *Cyrtoceras*, *Goniatites* et *Cyathophyllum*, que l'on croyait propres au terrain de transition, tandis que les *Gyrolepsis* et les *Ceratites* étaient alors regardés comme particuliers au muschelkalk, et que les véritables Ammonites étaient inconnues au-dessous du lias. Les 28 espèces de radiaires échinides sont toutes des *Cidaris*, seul genre qui ait été cité jusque là dans des dépôts plus anciens. Les polypiers, malgré une certaine ressemblance avec ceux du groupe jurassique supérieur, sont tous distincts. Enfin la grande quantité de bivalves et les caractères généraux de la faune accusent une analogie plus

prononcée avec l'organisme des dépôts de transition qu'avec celui des dépôts secondaires ou plus récents.

Ces déterminations et ces conclusions provoquèrent, on le conçoit, une vive controverse par leur étrangeté et par l'espèce de perturbation qu'elles venaient jeter au milieu de principes généralement admis, mais reposant peut-être sur des bases un peu étroites et des idées trop exclusives.

Travaux de M. de Klipstein.

Les recherches auxquelles se livra M. de Klipstein en 1841 (1), tout en apportant un certain nombre de faits nouveaux, n'ont pas jeté une bien vive lumière sur le point essentiel de la question, et, malgré les nombreux fossiles qu'il a ajoutés à la liste de ceux que l'on connaissait déjà, on pourrait dire que certaines citations paléontologiques ont encore contribué à augmenter la confusion qui régnait, quant au véritable horizon de ces faunes si particulières dont les analogues ne se retrouvaient nulle part. Le savant géologue, au lieu de s'attacher à saisir les rapports généraux des divers systèmes de roches sédimentaires du Tyrol méridional, paraît s'être trop préoccupé des détails de chaque localité qu'il décrit successivement, de l'action des roches ignées, des opinions antérieures de de Buch et d'autres géologues, etc., ce qui devait en l'influençant lui-même, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, embarrasser une marche déjà peu propre à le faire sortir avec succès des nombreuses difficultés qui l'entouraient. Nous serons donc obligé de le suivre aussi dans cette voie un peu incertaine, en nous dirigeant du N. au S. et en commençant par l'Alpe d'Enneberg.

Si l'on part de Brunecken en passant par Saint-Lorenzo et qu'on se dirige vers Saint-Gilgen (Saint-Vigil), on remarque partout l'influence des porphyres noirs sur les calcaires fragmentaires et sur les conglomérats. Au quart de la hauteur du mont Glamba (Giamba), on atteint ce porphyre entouré de conglomérats et de schistes marneux. A mesure qu'on s'élève, ces derniers se montrent plus variés, et les modifications qu'on y remarque rappellent celles qui existent entre les diorites, les roches hypersténiques et les couches en contact dans la Hesse. Dans l'Alpe d'Enneberg les masses dolomitiques d'Araba sont interrompues par des porphyres noirs faciles à distinguer de loin des roches précédentes.

Les assises que nous avons vues mentionnées sous le nom de *couches de Wengen* par M. Wissmann comme étant purement locales,

(1) *Beiträge zur geologischen Kenntniss der östlichen Alpen*, p. 15, in-4° avec 20 pl. dont 15 de fossiles. Giessen, 1843.

sont des schistes marneux calcarifères, avec des bancs subordonnés de calcaire pur, puis des grès et des argiles subordonnés aussi, renfermant des parties bitumineuses, du fer sulfuré, et que M. de Klipstein croit pouvoir comparer aux schistes du lias (1). Les schistes ont offert, comme on l'a dit, l'*Halobia Lommeli* et la *Posidonomya wengensis*. L'auteur qui croit y avoir reconnu en outre l'*Ammonites cordatus*, Sow., suppose que cette espèce doit exister dans le lias aussi bien que dans les groupes oolithiques au-dessus. Les calcaires sont en lits minces, de couleurs variées de gris. Les bancs schisteux avec fer sulfuré renferment des empreintes de plantes charbonnées. L'*Avicula globulus*, Wissm., et la *Posidonomya wengensis*, id., sont à peu près les seules coquilles qu'on y observe, et l'*Halobia Lommeli* y est encore plus rare. Les grès alternant avec des schistes passent à une argile sablonneuse, grise ou vert-clair, quelquefois en couches épaisses, et un échantillon d'*Ammonites cordatus* y aurait aussi été rencontré. La dureté des couches de Wengen est attribuée aux porphyres noirs dont une masse supporte l'église du village et qui est entourée par les conglomérats, le calcaire gris-clair ou blanc jaunâtre et les schistes à Halobies du fond de la vallée. La roche ignée a dû influer sur la position des strates aussi bien que sur leurs caractères minéralogiques.

A la jonction de l'Abtei-Thal et du ruisseau qui longe Wengen, sont encore les couches à *Halobia*, et lorsqu'on remonte au delà les marnes prédominent, renferment d'autres fossiles, puis un calcaire noir, bitumineux, d'une odeur fétide, leur succède ainsi qu'un conglomérat porphyrique. Non loin du moulin de Costa affleurent un grès rouge, plongeant de 30° au S. O., et un conglomérat semblable à celui de Wengen du milieu duquel s'élève, non pas un porphyre, mais une masse calcaire à laquelle sont associés des marnes gris foncé, des grès et d'autres conglomérats annonçant le voisinage du porphyre. Celui-ci se montre en effet sous le moulin en deux masses réunies qui ont soulevé les schistes noirs et les calcaires sablonneux.

Le profil de la pente nord de la Glamba (Giamba) (pl. 2) à Costa-mühle, fait très bien voir l'action perturbatrice des mélaphyres. La même couche s'y présente à des niveaux qui diffèrent de 600 à 1 000 mè-

---

(1) C'est le *mittlerer Alpenkalk* de la Carte géologique du Tyrol sur laquelle on ne voit point marqué de porphyre à Wengen, mais seulement le *grès doléritique*.

tres. A Colfosco, les roches, que l'auteur suppose toujours appartenir au lias, renfermant des Halobies et que de Buch avait désignées sous le nom de grauwacke, ont aussi été dérangées par les mélaphyres.

(P. 51.) Le mont Caprile ou Zissenberg est un massif entouré et dominé par des montagnes dolomitiques au nord, à l'ouest et à l'est. Il est aussi limité au nord par l'Abtei-Thal et au sud par la vallée du Cordevole (*Cordvolethal*). Son élévation moyenne est d'environ 1600 mètres, et son sommet est à 2000 mètres, appréciations un peu différentes de celles de M. Wissmann. Beaucoup de cimes dolomitiques atteignent d'ailleurs 3000 mètres, et le mont Caprile lui-même est au moins à 1600 mètres au-dessus du fond de la vallée. Si à partir de Cervera on s'élève au sud-est vers son sommet, on trouve que les couches avec fossiles de Saint-Cassian paraissent en occuper le point culminant. Le sol s'abaisse ensuite en formant des terrasses au sud et au sud-est jusqu'à la partie supérieure de la vallée du Cordevole (1).

Malgré la rapidité de son examen, M. de Klipstein croit pouvoir affirmer qu'indépendamment des roches ignées on trouve, dans ce massif de montagnes, quatre ou cinq formations différentes. La plus ancienne serait la grauwacke qu'il ne faut pas confondre avec les couches sablonneuses de Wengen. Elle est à grain fin, d'un gris noir ou foncé comme le grès de Wengen lui-même, par suite de l'action qu'ont exercée les porphyres noirs. Au delà d'Araba les marnes représentent celles de Saint-Cassian, et l'on retrouve aussi les couches de Wengen, avec des Posidonomyes et des Halobies dans des calcaires et des schistes calcaires au nord-est de Corfara. Sur d'autres points les fossiles paraissent manquer. Les calcaires et les marnes occupent les deux tiers de la hauteur du mont Caprile. Au sud-ouest, des calcaires bitumineux foncés reposent sur la grauwacke et s'élèvent aussi assez haut sur les flancs de la montagne. Ils diffèrent des couches de Wengen, paraissent être plus anciens et feraient cependant partie du lias que l'auteur semble retrouver partout dans les assises les plus basses de la série qu'il étudie.

Les terrasses escarpées dans la direction de Set-Sass et de la vallée Blanche sont composées de marnes argileuses remplies de fossiles brisés, semblables à ceux des couches énigmatiques de Saint-Cassian. Elles commencent à l'extrémité sud-est pour s'élever dans les montagnes que couronnent les dolomies à de grandes alti-

(1) Sur la Carte géologique du Tyrol tout ce pays est colorié comme *grès doléritique*.

tudes. Les couches de Saint-Cassian semblent passer sous ces dernières, constituent une partie du mont Caprile et sont limitées entre le village et Buchenstein par des masses dolomitiques, contre lesquelles l'auteur pense qu'elles s'appuient. Il n'a pas d'ailleurs observé leurs relations avec les marnes de Wengen ni avec les autres roches de la montagne, et leur épaisseur n'est pas moins difficile à apprécier. Ce sont des marnes argilo-bitumineuses, gris foncé, avec des calcaires compactes subordonnés. Elles paraissent être horizontales. Les fossiles sont plus répandus dans ces bancs calcaires que dans les argiles marneuses, mais ils sont mieux conservés dans ces dernières où ils sont d'ailleurs irrégulièrement disséminés. Par suite de ses recherches, M. de Klipstein a pu ajouter 300 espèces nouvelles à celles que MM. Wissmann et de Munster avaient fait connaître.

A l'ouest d'Araba et lorsqu'on se dirige vers le mont Pordoi, on rencontre des couches semblables à celles de Colfosco et de Glamba, puis, vers le haut du défilé, les schistes de Wengen verticaux, avec des grès gris foncé. Vers le pied des murailles dolomitiques, des conglomérats augitiques s'étendent, puis se relèvent pour constituer le Sasso-Negro. Des tufs à gros et à petits grains sont associés aux couches de Wengen. Du côté d'Araba on trouve au-dessous des calcaires gris-clair ou *pierre calcaire coquillière* de de Buch, qui alternent avec des marnes schisteuses peu épaisses. Plus haut, dans la direction du Zissenberg, sont des marnes argileuses associées à des calcaires compactes. On ne signale dans ces localités qu'un fossile, l'*Ammonites nodosus*, rencontré dans les bancs supérieurs de la *pierre calcaire coquillière*. Celle-ci n'a rien de commun avec les diverses assises qui se prolongent à l'est vers le mont Caprile, en se maintenant à un niveau plus élevé jusqu'à ce qu'on atteigne les assises de Saint-Cassian, sans doute supérieures à celles des environs d'Araba. La *pierre calcaire coquillière* pourrait donc représenter le muschelkalk, et les couches de Saint-Cassian n'en feraient point partie.

Pour M. de Klipstein, le mont Caprile offre la disposition d'un cratère de soulèvement entouré de murailles dolomitiques verticales. Les défilés qui interrompent ces murailles et par lesquels on les traverse seraient les fentes ou les crevasses de l'étoilement. En comparant cette montagne à la Seisser-Alp, il fait voir que les porphyres noirs existent à l'est dans l'un et l'autre massif, mais qu'ils sont plus développés dans le second. Les roches ignées forment une sorte de chaînon commençant au passage de la Glamba pour se

terminer au-dessous du Sasso-Negro, dirigé du N.-N.-E. au S.-S.-O. et longeant les masses dolomitiques du mont Caprile qui règnent toujours sur le côté occidental. Le porphyre de la Seisser-Alp paraît s'être fait jour avec moins de résistance que dans le voisinage de l'autre montagne, et les couches de Saint-Cassian, remplies de leurs fossiles habituels, ont été portées à une plus grande élévation.

(P. 67.) *Vallée de Credina et Seisser-Alp.* Dans les passages élevés que l'on traverse entre Credina et Colfosco, des grès marneux à gros grains plongent de 55° au S.-E. Ils sont masqués souvent par les éboulements et les blocs dolomitiques. Près des premières maisons de Plan on atteint les calcaires en couches minces à odeur bitumineuse, semblables aux roches qui, dans la vallée de l'Abtei, ont été assimilées au lias. Les uns et les autres sont pénétrés de filons de calcaire spathique, et des ossements de sauriens y ont été recueillis. Vers Credina on observe les calcaires sur plusieurs points, et lorsqu'on monte à la Seisser-Alp, on rencontre, sur la gauche de la vallée, les couches de Wengen, peu fossilifères, traversées par des porphyres noirs. Ces roches et les calcaires bitumineux représentent l'assise n° 5 de la carte du Tyrol méridional de de Buch qui avait associé à la grauwacke et aux schistes argileux les couches situées au-dessous de Colfosco. Le tout représenterait aussi les dépôts du Zissenberg qui se continuent jusqu'à Pecci-Corte. D'un autre côté, de Buch réunissait encore certaines couches de Wengen à la grauwacke et quelques-unes à son *calcaire compacte coquillier*, de même que son *calcaire noir*. Mais au lieu de deux formations sédimentaires qu'il admettait dans ce pays, M. de Klipstein croit pouvoir en caractériser quatre sans y comprendre les dolomies.

Ce dernier géologue, après avoir rappelé le travail de son illustre prédécesseur sur la Seisser-Alp, décrit la coupe est-ouest du mont Pordoi au Langkofel près du Rosengarten, et montre que le calcaire compacte, recouvert de marnes grises alternant avec des calcaires marneux gris-clair, serait supérieur à la *pierre calcaire coquillière* de de Buch. Derrière Campidello, lorsqu'on quitte la vallée de Fassa, ces alternances constituent, vers le mont Pordoi, des terrasses qui sont dénudées du côté du Langkofel. Les grès gris marneux alternent avec des marnes schisteuses grises renfermant des traces de coquilles et de plantes. Dans les gorges du Saltariabach, le vrai calcaire compacte coquillier sort de dessous les couches de Wengen avec strontiane sulfatée. Si l'on se dirige vers Molignon on rencontre les con-

glomérats avec des fragments de calcaire, puis les porphyres noirs, les marnes grise et les tufs de porphyre augitique qui règnent au-dessus du village, plongeant de 25° au N.-E. et entourant les dolomies de Rosengarten. Quelques traces des couches de Saint-Cassian se voient dans les marnes qui précèdent les tufs, et M. de Klipstein y a trouvé le *Pentacrinus propinquus* et le *Cidaris decorata*. Aussi leur place doit-elle être au-dessus des couches de Wengen, ce qui se déduisait également, comme on l'a vu, des recherches de M. Wissmann.

L'assise à laquelle de Buch avait donné le nom de *pierre calcaire coquillière* rappelle les caractères du calcaire ondulé (*Wellenkalk*) ou muschelkalk de l'Allemagne, et le grès rouge que ce savant y réunissait a été rangé par M. Wissmann dans le groupe désigné par lui sous le nom de *couches de Seiss*. M. de Klipstein n'adopte pas cette manière de voir, mais, tout en critiquant cette expression qui d'ailleurs ne préjugeait rien, peut-être aurait-il dû montrer plus de réserve dans le jugement porté sur les recherches de M. Wissmann. Si ces dernières renferment en effet quelques erreurs, elles ne sont pas du moins accompagnées d'assertions et de conclusions aussi peu justifiées que celles de M. de Klipstein.

Dans les sections suivantes, ce dernier étudie le Fleinserthal, la vallée de Fassa, la vallée du Cordévole, les environs de Belluno, et le lecteur pourra y trouver çà et là quelques faits se rattachant encore à la connaissance des couches qui nous occupent.

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à la description des nouvelles espèces fossiles des couches de Saint-Cassian et de quelques autres localités, puis elle est terminée par un tableau général de toutes celles qu'on y avait découvertes jusqu'alors. Leur nombre est de 750, et elles sont réparties dans 75 genres comme il suit ;

| | Genres. | Espèces. |
|---|---|---|
| Céphalopodes | 5 | 89 |
| Gastéropodes | 27 | 346 |
| Brachiopodes | 6 | 51 |
| Monomyaires | 7 | 60 |
| Dymiaires | 10 | 68 |
| Annélides | 1 | 5 |
| Crinoïdes | 3 | 9 |
| Échinides | 1 | 37 |
| Polypiers | 20 | 79 |
| Reptile saurien | 1 | 1 |
| Poissons | 4 | 5 |
| Totaux | 85 | 750 |

Les restes de reptile saurien, rapprochés par M. H. de Meyer du genre *Nothosaurus*, ont fait penser à ce savant que les couches de Saint-Cassian devaient appartenir au groupe du muschelkalk.

Ce que nous avons dit de la manière dont avait procédé M. de Klipstein peut s'appliquer également à la plupart des travaux qu'il nous reste à mentionner. On y trouve toujours, en effet, de nombreux détails locaux, successifs, dont la coordination naturelle ou méthodique semble avoir échappé aux auteurs, sauf quelques données générales, comme les dolomies jurassiques en dessus et les schistes cristallins en dessous, qui restent les mêmes et servent ainsi de cadre commun à chacun de ces petits tableaux des divers aspects du pays. Sans doute, cette marche peu régulière tient aux difficultés du sujet, mais elle nous oblige aussi, pour ne rien omettre d'essentiel, à revenir dans les mêmes localités avec chaque observateur. Nous regrettons donc d'avoir à fatiguer le lecteur de détails qui n'auront réellement d'intérêt que pour ceux qui se proposeraient de parcourir cette même région.

Observations diverses de MM. Fuchs, Emmerich, Bronn, Murchison, Favre, Studer, Cotta, Foetterle, etc., etc.

Suivant Fuchs (1), au-dessus des micaschistes traversés par les porphyres de la vallée de l'Abtei et des environs de Saint-Cassian, repose le terrain secondaire dans lequel il distingue un grès bigarré avec *Myacites*, le muschelkalk ou calcaire à Posidonomyes et à Encrines, et plus haut les marnes irisées ou *Keuper*, les dolomies et les calcaires jurassiques et crétacés. Les couches de Campie, de Saint-Léonhard et de Heiligkreuz appartiendraient au trias, mais celles de Saint-Cassian et de Wengen seraient plus élevées.

Dans la Seisser-Alp, dit M. Emmerich (2), le porphyre rouge est associé aux roches secondaires, tandis que dans la vallée de Gader ce sont des schistes argileux luisants. On y observe ensuite de bas en haut : 1° des grès rouges ou blancs, avec quelques calcaires vers le haut contenant le Rhizocoryne, la *Myacites fassaensis*, des Posidonomyes; 2° des grès très calcarifères et des bancs calcaires avec *Posidonomya Claræ* et des restes d'Ophiures; 3° des marnes argileuses rouges, des calcaires schisteux gris, avec *Pecten*, voisin du *P. discites*, des *Myophoria*, des *Myacites* et le *Cardium hexaplectum*, Bronn; 4° une assise puissante de calcaire semblable

(1) Sur les couches de Saint-Cassian et de la vallée de l'Abtei (*Amtlich. Bericht de 22$^{te}$. Vers. Deutsch. naturf. in Gratz*, 1843, Gratz, 1844).

(2) *Neu. Jahrb.*, 1844, p. 791 et pl. 7.

au *Wellenkalk* du Wurtemberg ; 5° les couches à Halobies ou de Wengen, comprenant des calcaires foncés qui alternent avec des grès gris et des marnes ; 6° des marnes feuilletées avec des fossiles de Saint-Cassian. Plus haut, après qu'on a traversé une surface couverte de débris, s'élèvent les masses de dolomies.

L'auteur fait remarquer que le muschelkalk est ici bien caractérisé par ses fossiles ordinaires, tandis qu'on observe des types de formes de transition au milieu des fossiles secondaires de Saint-Cassian. Il pense que les couches de cette dernière localité ne sont pas, comme le croyait M. Bronn, une simple anomalie locale, mais qu'elles constituent une petite portion de dépôts fort étendus dans le Tyrol méridional comme dans les Alpes vénitiennes (1).

En analysant le travail précédent de M. de Klipstein, M. Bronn (2) a fait voir que, d'après la considération des fossiles, les couches de Saint-Cassian devaient représenter une période du trias jusqu'alors inconnue, ou bien quelque équivalent du muschelkalk, modifié par suite de circonstances particulières. Les céphalopodes à coquilles minces, dit le savant paléontologiste allemand, indiquent un gisement d'une origine pélagique. 40 échantillons recueillis d'*Ammonites nodosus* viendraient aussi appuyer l'opinion que l'on a ici l'horizon du muschelkalk, et l'on doit s'étonner que ces couches aient pu être rangées dans la formation jurassique.

M. de Klipstein (3), comme on l'a déjà vu (*antè*, vol. VII, 258),

---

(1) Voy. aussi : Boué, *Bull.*, 1re sér., vol. XIII, p. 302, 1842. — Bronn, *Paleontogr. Collection*, p. 5, 1843.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 504.

(3) *Ibid.*, p. 799.—Voy. aussi une lettre de M. Quenstedt, *ibid.*, p. 680. — Nouvelles observations de M. Bronn, *ibid.*, 1848, p. 43, à la suite d'une lettre de de Buch dont il sera question plus loin. — J. Hamilton, *Anniversary address of the geol. Soc. of London*, 16 févr. 1855, p. 43. L'auteur rappelle quelques faits relatifs à ce sujet. — De Hauer, *Berichte ueber die Mittheil. von Freund. der Naturwiss.*, etc., vol. III, p. 313, 1847. — Alex. Bischoff, *Exploitation des mines de M. Trinker, dans le Tyrol méridional et la vallée de Puster* (*Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. II, p. 25, 1847). Réunion en 1846 de la Société instituée pour les recherches géognostiques du Tyrol et du Vorarlberg. — P. Mérian, *Neu. Jahrb.*, 1853, p. 147. — *Id.*, *ibid.*, p. 156. — M. Kœchlin-Schlumberger a discuté la valeur de quelques espèces fossiles (*Ammonites* et *Cidaris*) décrites par M. de Klipstein et il a fait voir que l'auteur les avait beaucoup trop multipliées (*Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 1055, 1855).

repousse les déductions de M. Bronn, parce que, dit-il, bien qu'il n'y ait pas dans les couches en question beaucoup d'espèces jurassiques, les types généraux de cette période y dominent, ce à quoi son antagoniste répond que, si sur plus de 700 espèces il n'y en a pas une seule dont l'identité avec un fossile jurassique ait été bien démontrée, l'opinion contraire n'est pas suffisamment établie. L'auteur du mémoire revient alors sur les explications qui précèdent son Tableau des fossiles, explications dans lesquelles il rappelle que les relations stratigraphiques s'opposent à ce que l'on place les couches de Saint-Cassian avec le muschelkalk. Que deviendraient, ajoute-t-il, les couches de Wengen avec *Ammonites cordatus*, qui devraient être aussi du muschelkalk tandis qu'elles sont placées entre la *pierre calcaire coquillière* de de Buch ou le vrai muschelkalk et celles de Saint-Cassian ? D'après cette manière de voir, toutes les assises comprises entre le grès rouge et les dolomies de Fassa ne constitueraient qu'une seule formation remontée encore plus haut par Fuchs dans son dernier ouvrage. Suivant M. de Klipstein, les divisions multipliées de M. Wissmann n'auraient fait qu'obscurcir la question ; mais il pourra sembler au lecteur qu'elle a été beaucoup plus obscurcie encore par la manière dont M. de Klipstein lui-même l'a considérée, aucune de ses conclusions n'ayant été confirmée par les géologues venus après lui.

Nous avons déjà mentionné les recherches de M. Fournet sur le Tyrol méridional (*antè*, vol. VII, p. 258), et particulièrement celles qui se rattachent aux grandes assises de dolomies jurassiques ; nous avons dit quelques mots (*ibid.* p. 261) des marnes triasiques dérangées et modifiées des environs de Predazzo, et rappelé les observations de Collegno sur la classification du savant professeur de Lyon (*ibid.* p. 262). Enfin nous avons reproduit la série des couches sédimentaires du Tyrol méridional établie par M. H. Emmerich (*ibid.*, p. 259), qui paraît les avoir mises le premier à leur véritable place, ainsi que le constate sir R. Murchison (1).

Dès 1832, celui-ci avait fait voir que les roches, qui, dans diverses parties des Alpes orientales, viennent affleurer sous les calcaires secondaires et les séparent de celles de transition, appartenaient aux marnes irisées, au muschelkalk et au grès bigarré ;

---

(1) *On the structure of the Alps*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 164, 1849. — *London, Edinb. and Dublin, Philos. Magaz.*, mars 1849).

aussi est-ce à tort que plus tard M. de Morlot a rapporté cette même zone au grès rouge (*rothe todte Liegende*), aucune assise de la période permienne n'ayant encore été constatée dans cette région.

Le trias, tel que le célèbre géologue anglais, accompagné de MM. de Buch et de Verneuil, l'a observé en Tyrol dans l'automne de 1847, comprend un ensemble de grès, de marnes et de calcaires. Ces derniers, rarement à l'état de dolomie, courent de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., entre les roches cristallines et de transition de l'axe central au nord (Brunecken, Brixen, etc.) et les grandes masses de calcaire alpin ou jurassique, qui au sud sont pour la plupart à l'état de dolomie et s'étendent du col d'Ampezzo à Botzen. A l'est de la route de cette dernière ville à Klausen, le trias peut être observé dans la vallée de Grödner. La portion de cette surface qui entoure le village de Saint-Cassian, à plus de 1500 mètres d'altitude sur la limite du Tyrol allemand et italien, a fourni les fossiles que nous avons vus décrits par MM. Wissmann, de Munster et de Klipstein. Si, d'une part, le grand nombre des espèces nouvelles et l'association de formes organiques ordinairement propres à des terrains différents ont fait naître des doutes sur leur âge, de l'autre, les observations stratigraphiques de M. Emmerich ont clairement prouvé que ces couches fossilifères appartiennent au trias.

En montant de l'Eisach-Thal à Atswang, on passe sous les grands pics dolomitiques des monts Schlern, puis par Seiss avec ses mélaphyres, et l'on atteint Castel-Ruth. Le plateau qui, sur ce dernier point, forme la base de tous les calcaires et les marnes qui les recouvrent, est formé d'un véritable grès bigarré, panaché de vert et de rouge, donnant une bonne pierre de construction et renfermant des bancs épais de grès blanc subordonnés. Les fossiles recueillis dans le calcaire et l'argile schisteuse (*Posidonomya Claræ*, Emm., *Trigonia pes anseris*, Bronn, *Ammonites Johannis Austriæ*, Hau., *Encrinus liliiformis*, Lam.) prouvent que ces assises représentent le muschelkalk. Dans ces vallées, non-seulement ce système de couches repose sur le grès bigarré, mais encore paraît lui être intimement lié. Il est surmonté de marnes rouges représentant les marnes irisées, comme vis-à-vis du Mittag's Kogel, le long des diverses parties du Schlern, de la Seisser-Alp et près de Saint-Ulrich, dans le Grödner-Thal où tout le trias est recouvert par d'autres calcaires principalement jurassiques.

Le passage de Colfosco, qui montre à l'ouest des coupes très

nettes du muschelkalk, présente aussi des contre-forts de porphyres noirs (mélaphyres) en contact avec les dolomies amorphes, d'un blanc pur et très disloquées. M. Murchison suppose que quelques-unes de ces dolomies pourraient être de l'âge du muschelkalk, étant associées au grès du trias (*Halobia Sandstein* de M. Emmerich). Lorsqu'on descend de la vallée de Saint-Cassian par Stern et l'Abtei-Thal ou vers le N. on voit ces grès sortir, comme tout le trias, de dessous les grandes masses dolomitiques d'Heiligkreuz et présenter de nombreuses inflexions dans les parois de la gorge qui conduit à Saint-Martin.

« C'est évidemment à la formation triasique et plus spécialement » au muschelkalk, dit de son côté M. A. Favre (1), que l'on doit » rapporter les célèbres couches de Saint-Cassian. Elles n'ont pas » le moindre rapport dans leur position géologique avec le groupe » crétacé néocomien dans lequel quelques géologues ont essayé de » les classer. La localité la plus riche en fossiles est Steurs, situé à » deux heures de marche au sud de Saint-Cassian, au sommet de » collines couvertes de pâturages et de bois qui séparent la vallée » de la Badia de celle de Livinalongo, nommée aussi Buchenstein » ou Fodom, près des sources du Gader. La position des couches » fossilifères et de celles qui leur correspondent est évidente lors» qu'on arrive à Saint-Cassian par le Grödner-Thal, en passant le » col de Colfosco. Elles sont placées, sans aucun doute, au-dessous » des masses dolomitiques. Elles ne contiennent pas toujours les » fossiles qui abondent à Saint-Cassian, et la variabilité de leurs » caractères, causée par l'abondance plus ou moins grande des » éléments provenant des éruptions sous-marines qui ont eu lieu » dans leur voisinage, s'oppose à ce qu'elles soient reconnues sur » une grande étendue. » L'absence des dolomies sur les collines de Steurs où se rencontre le plus de fossiles résulterait d'une immense dénudation.

Tout en renvoyant le lecteur au mémoire de M. Emmerich (2) dont nous avons parlé, M. Favre donne encore la coupe générale des environs de Saint-Cassian. Au-dessus des bains de Rozes, continue-t-il, les tufs pyroxéniques bien stratifiés recouvrent le mus-

(1) *Notice sur la géologie du Tyrol allemand et sur l'origine de la dolomie* (*Bibl. univ. de Genève*, mars 1849).

(2) *Coup d'œil sur la géologie du Tyrol méridional* (inséré dans les *Alpes de l'Allemagne*, par Schaubach, vol. IV, 1846).

chelkalk et forment le sol de la Seisser-Alp. On observe de nombreuses alternances de ce tuf avec les calcaires et les dolomies dans l'escarpement près des chalets du Molignon, non loin du col qui conduit de la Seisser-Alp à Campidello dans la vallée de Fassa.

Pour ne point rompre l'ordre chronologique des publications, nous placerons ici quelques réflexions relatives aux fossiles de ce pays, avant de continuer l'exposé des travaux géologiques dont il a été l'objet. On a dit que M. Bronn avait rapporté les couches de Saint-Cassian au trias et non à la période jurassique, comme le pensait M. de Klipstein ; aussi ne voit-on pas pourquoi, après tout ce qui avait été écrit ensuite à l'appui de cette opinion, M. Michelin (1) a attribué au premier de ces savants une manière de voir qui n'était certainement pas la sienne, en ajoutant que les baguettes de Cidaris avaient été regardées comme jurassiques par M. Agassiz et que l'abondance des polypiers était en contradiction avec leur extrême rareté dans le muschelkalk.

A cette occasion M. E. Bayle (2) a fait remarquer que la faune de Saint-Cassian, ainsi que nous l'avons déduit des premiers travaux de MM. Wissmann et de Munster, considérée dans son ensemble, présentait à la fois des caractères semi-paléozoïques et semi-jurassiques, mais qu'à un autre point de vue elle offrait un *facies* qui lui était propre. On y a vu signalés en effet, parmi les poissons, les genres *Gyrolepis*, *Hybodus*, etc., parmi les céphalopodes des Goniatites, des Cératites, des Ammonites et des Orthocératites, puis de nombreux gastéropodes, tels que les genres *Bellerophon* et *Porcellia ;* parmi les acéphales, les Nucules et les *Myophoria*, ces dernières propres au trias, tandis que les brachiopodes montrent des Térébratules, des *Spirifer* et un *Productus;* parmi les radiaires il y a beaucoup de formes de *Cidaris* et l'*Encrinus liliiformis;* enfin des polypiers nombreux s'y rencontrent aussi. Tous ces fossiles proviennent d'un grand escarpement de calcaire marneux surmonté par des dolomies de près de 1000 mètres d'épaisseur, et à la base du talus est un calcaire à *Ammonites nodosus.* Or, les dolomies ayant été rapportées, par les motifs déjà exposés, à la formation jurassique, les couches fossilifères occupent donc une position qui serait celle des marnes irisées, si l'on admettait que le trias fût complet en ce point. C'est ce qu'avait

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VI, p. 323, 1849.
(2) *Ibid.*

déjà énoncé M. Élie de Beaumont (1), qui disait deux ans auparavant, en insistant sur la continuité probable des phénomènes biologiques : La faune si curieuse, que MM. Wissmann, de Munster et de Klipstein ont signalée à Saint-Cassian, semble destinée à faire disparaître la lacune organique correspondant actuellement à la période des marnes irisées.

M. Studer (2) rapporte que M. A. Boué se trouvant à Berne en 1827, reconnut que les fossiles de Saint-Cassian pouvaient provenir du muschelkalk, et depuis lors ils ont été étiquetés comme tels dans le musée de la ville. A la suite d'un voyage fait en 1848 dans les Alpes de l'Autriche, le savant auteur de la *Géologie de la Suisse* rappela qu'au mont Steurs les Orthocératites et les Cidaris sont associés aux gastéropodes, et il fit observer que le gisement des Cératites n'était pas aussi certain. Il le supposa placé plus bas, tandis que les petites Myacites d'Heiligkreuz proviendraient peut-être d'un niveau plus élevé. Le calcaire oolithique marneux de cette dernière localité est à plusieurs centaines de pieds au-dessous du gisement des Myacites que surmontent les grandes murailles dolomitiques.

Sous les marnes et les calcaires marneux précédents reparaissent les grès noirs et verdâtres avec des brèches calcaires renfermant des plantes et des Halobies. Plus bas viennent encore des calcaires, et, vers Pickolin, les grès rouges reposent sur des argiles et des schistes micacés très développés jusqu'à Brunecken.

Les dépôts sédimentaires de la zone granito-syénitique de Suldner-Ferner jusqu'en Carinthie forment, suivant M. Studer, deux divisions : l'une, inférieure, dont la surface couverte de végétation occupe le haut plateau de la Seisser-Alp et des bords de la vallée de l'Abtei, comprenant parmi ses gisements marneux les moins anciens la riche faune de Saint-Cassian ; l'autre, supérieure, renfermant ces dolomies cristallines, de 700 à 1000 mètres de puissance, dont les escarpements abruptes et les contours déchiquetés impressionnent si vivement le voyageur. On pourrait peut-être considérer ces dernières comme les restes d'une immense assise autrefois continue, si l'imagination n'était effrayée d'une érosion et d'une dénudation sur une aussi vaste échelle.

On a regardé toute la série, depuis le grès rouge jusqu'aux cou-

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 563, 1847.
(2) *Neu. Jahrb.*, 1849, p. 364.

ches de Saint-Cassian, comme appartenant au trias ; mais, si l'on voulait placer ces dernières dans le groupe néocomien, les dolomies qui les recouvrent représenteraient alors la craie supérieure, contrairement à toutes les analogies et à tout ce que l'on sait aujourd'hui à leur égard. Les grès noirs à Halobies, en contact avec les tufs porphyriques de la Seisser-Alp, doivent être de la même période et les porphyres augitiques étant aussi du même temps ne peuvent avoir eu d'action sur les couches jurassiques de beaucoup postérieures. Le versant oriental du Molignon où, comme on vient de le dire, le tuf noir alterne plusieurs fois avec les couches de Saint-Cassian, rappelle les relations géologiques plus récentes qu'on observe dans le val di Noto et dans les collines du Vicentin, localités où la simultanéité des roches ignées et des dépôts sédimentaires est depuis longtemps constatée (*antè*, vol. III, p. 361 et 413).

M. B. Cotta, dont nous avons déjà cité le travail sur la vallée de Fassa et ses environs (1), a reproduit la coupe de la montagne de Ratz et donné aussi d'autres profils propres à compléter ses vues. Dans celui de Saint-Ulrich à la Seisser-Alp, les calcaires sont soulevés et recourbés vis-à-vis de Pusta. Les schistes noirs de Saint-Cassian renferment l'*Halobia Lommeli*, et dans le voisinage se voient des mélaphyres passant à des hornfels. Au-dessous de ceux-ci vient une brèche composée de fragments de calcaire, de grès rouge et d'un porphyre quartzifère rouge, cimentés par une pâte de mélaphyre. A cette roche clastique succèdent des calcaires avec hornstein en nodules, des argiles schisteuses, une dolomie bitumineuse, des schistes marneux gris et rouges, le muschelkalk, le grès rouge et enfin le porphyre rouge quartzifère supportant le tout.

Dans un troisième profil une muraille de muschelkalk semble traverser le mélaphyre, et de petits filons de ce dernier ont pénétré çà et là dans le calcaire qui d'ailleurs n'a point été modifié. Dans le profil de Predazzo où l'on voit les rapports du calcaire et du granite, ce dernier se présente aussi en filons, de $0^m,60$ à 1 mètre d'épaisseur, et à mesure qu'il s'éloigne de la masse il passe à la serpentine. Le marbre blanc ou predazzite offre toutes les modifications depuis le véritable granite jusqu'au muschelkalk ordinaire, et l'auteur ne

(1) *Antè*, vol. VII, p. 267. — *Geologische Briefe aus den Alpen*, in-8°, avec pl. Leipzick, 1850.

doute pas que cette transformation ne soit due à l'influence du granite. Nous avons déjà cité quelques-uns de ces effets (*antè*, vol. VII, p. 361-362), ainsi que les propositions générales par lesquelles M. Cotta termine son mémoire (*antè*, vol. VII, p. 268); nous n'y reviendrons donc pas ici.

En 1856, M. Omboni (1) ne paraissait pas être encore bien fixé sur la place de l'étage de Saint-Cassian, ni sur les rapports des diverses assises du trias. Après avoir divisé d'abord celui-ci en trois parties (2), marnes et grès bigarré, calcaire conchylifère et marnes panachées, nous le voyons (3) admettre ensuite dans le Tyrol méridional, et sans en donner d'explication suffisante, *un groupe supérieur de Saint-Cassian*, qui aurait pour équivalent en Lombardie, ainsi qu'on l'a dit, les couches à poissons et à reptiles de Perledo, les calcaires d'Esino et d'Iseo, etc. Au-dessous et en regard de la dénomination de *triasique* serait le *vrai groupe de Saint-Cassian* qui, par la disposition des lignes du Tableau, représenterait à son tour dans le Tyrol les diverses roches triasiques de la Vénétie.

M. H. Emmerich (4) a décrit le trias surmonté de dolomies jurassiques entre Neumark et Saint-Micaël, où ces roches succèdent aux collines porphyriques. Derrière Neumark on observe de bas en haut :

1. Grès rouge, schisteux, micacé, à grain fin.
2. Marne rouge semblable au *rothe todte Liegende*.
3. Calcaire marneux dolomitique, jaunâtre, en bancs minces, avec des bancs oolithiques.
4. Marne argileuse rouge.
5. Calcaire gris clair, calcaire blanc, fragile, dolomitique (muschelkalk).

Ces roches exploitées plongent de 85° au S.-O. et ne renferment pas de fossiles. Les parties les plus élevées du pays sont, comme précédemment, occupées par les dolomies qui descendent aussi parfois jusqu'au fond des vallées. Celles du mont Calva, du mont

(1) *Sullo stato geologico dell' Italia*, p. 43, 1856.
(2) *Ibid.*, p. 52.
(3) *Ibid.*, *Errata et corrigenda* de la dernière page. — *Bull.*, 2e sér., vol. XIV, p. 348, 1857.
(4) *Jahrb. der K. K. geol. Reichsanst.*, vol. VIII, n° 2, p. 215, 1857. — *Ibid.*, nov. 1856. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIII, p. 23 des *Notices*, 1857.

Calis et de la vallée de la Fersina reposent sur les schistes argileux et le grès rouge du trias recouverts, sur le côté droit de la vallée, par des bancs épais de cailloux roulés avec des restes de plantes dicotylédones.

Vers l'extrémité méridionale du Tyrol jusqu'à Roncano, Trente et le val Sugana, M. Foetterle (1) a également constaté que les roches les plus basses qui viennent affleurer sont le *verrucano* et le grès rouge foncé, qui constituent une masse montagneuse vers la Chiese, entre Ladrone et Cologna, puis en descendant jusqu'à la frontière de la Lombardie. Ces roches sont recouvertes par le muschelkalk inférieur, le calcaire de Dachstein et les dolomies, sans intercalation du groupe triasique supérieur. Dans toute la région que parcourt la rivière Sarca et de Roveredo à Trente, le val Sugana, Primiero et Guidicaria, les schistes de Werfen reposent sur le micaschiste ou sur le porphyre et contiennent des veines de fer carbonaté près de Primiero en occupant de grandes surfaces. Au sud de l'Adige, près de Villarzo et de Ravina, des dérangements considérables les ont affectés. De Roncon à Dimaro, ces schistes sont presque toujours gypsifères et recouverts par des bancs minces du calcaire de Guttenstein. Les représentants de celui d'Hallstadt et la dolomie sont confinés à la région de Roncon, de Tione et de Dimaro, comme le calcaire coquillier supérieur des couches de Saint-Cassian à la Guidicaria. La roche oolithique ferrugineuse de Vigolo et de Roncogno, à l'ouest de Pergine, appartient probablement aussi à l'étage de Saint-Cassian (2).

---

(1) *Ibid.* — *Ibid.*

(2) Il semble que, d'après M. Richthofen, un calcaire rouge, désigné par M. Eichwald sous le nom de *calcaire de Schlern*, recouvre la dolomie qui, dans l'Alpe de Seiss, surmonte l'étage de Saint-Cassian. L'auteur indique dans ce calcaire plusieurs fossiles de cet horizon, dont un seul céphalopode (*Trematoceras elegans*), puis la *Myophoria Kefersteini*, Münst. (*Lyrodon Okeni*, Eichw.), le *Cardinia problematica*, Klipst., le *Pachycardia rugosa*, Hau., qui sont comparables avec des fossiles de Raibl, et la grande *Murchisonia alpina*, Eichw. (peut-être *Chemnitzia Rosthorni ?* Hörn.), du calcaire dolomitique d'Unterpetzen (de Hauer, *Ein Beitr. zur Kenntn. der Fauna d. Raibler-Schichten*, 1857).

### § 4. — Provinces vénitiennes.

Cartes générales.

Déjà sur la carte géologique générale des Alpes orientales qui accompagne leur mémoire lu à la Société géologique de Londres, en 1829 et 1830, MM. Sedgwick et Murchison (1) avaient marqué du grès rouge triasique près de Recoaro, puis au fond des vallées de la Piave et de la Boite, aux environs d'Ospitale, de Perarolo, de Venas et de Pieve di Cadore, tandis qu'une bande étroite, flexueuse, dirigée de l'O. à l'E., semblait rattacher les roches analogues de l'est du Tyrol à celles de Ponteba et de Tarvis, qui appartiennent au bassin de la Drave.

Sur la carte d'Europe de M. de Dechen (1839), les deux lambeaux de Recoaro sont seuls indiqués, tandis que sur la carte générale de l'empire d'Autriche (1845), la plupart des roches jurassiques et triasiques de ces provinces sont comprises sous la dénomination vague de *calcaire alpin*. Autour d'Agordo et de Concenighe seulement, dans la vallée du Cordevole, on a marqué les grès rouges, prolongement de ceux du Tyrol méridional.

On a dit aussi (2) quelle était la disposition relative des roches secondaires telles que les considérait, il y a près de trente ans, M. Pasini dans les provinces vénitiennes. Si depuis lors de nombreux faits ont été acquis à la science, les aperçus généraux de ce géologue sont restés pour la plupart intacts. Il a eu d'ailleurs occasion de revenir lui-même sur ce sujet (3) et de signaler de nouveau les caractères du combustible, du grès bigarré et du muschelkalk dans ces mêmes provinces.

Observations diverses de MM. Zeuschner Curioni, Meneghini, de Zigno, Catullo, de Hauer, Murchison, Foetterle, de Schauroth, Sturr, etc.

M. L. Zeiszner (Zeuschner), dans son mémoire sur l'existence et l'étendue du muschelkalk dans le Vicentin, le Bellunais et le Tyrol méridional (4), a donné une coupe du trias des environs de Rovegliano, à partir des micaschistes, mais il ne semble pas avoir eu connaissance des travaux antérieurs qui constataient aussi la présence

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. III, pl. 35, 1832.

(2) *Antè*, vol. V, p. 77, et vol. VII, p. 269. — *Memoria sui contorni di Roveredo* (*Bibliot. italiana*. vol. LVII, p. 110).

(3) *Atti della prima riunione degli scienz. italiani*. Pisa, 1839, p. 64. — *Id.*, à Padoue, séance du 27 septembre 1842.

(4) *Neu. Jahrb.*, 1844, p. 54-56.

de ce groupe dans ce pays et indiquaient les fossiles qu'on y avait rencontrés (1).

M. Curioni (2) a mentionné des traces de charbon dans les bancs inférieurs du grès rouge de la Vénétie. A ces grès succèdent des roches qu'il a désignées sous les noms de *calcaire alpin* et de *trias*, comprenant les marnes irisées, le muschelkalk et le grès bigarré. Dans ce muschelkalk que MM. Maraschini, Catullo, de Buch, etc. (3), avaient déjà indiqué, il cite la *Terebratula vulgaris*, la *T. trigonella*, la *Gervillia socialis*, l'*Encrinus liliiformis*, l'*Ophiura stellata*, etc.

En 1845, M. Meneghini (4) signalait aussi le combustible de Raveo, en Carniole, dans un calcaire compacte opalin, magnésien, quelquefois saccharoïde. Ce charbon est comparable aux meilleures houilles d'Angleterre, et la roche qui le contient forme la base des montagnes de la rive gauche du Tagliamento entre Lumiei et la Fella. Sa puissance est d'environ 50 mètres, et sa stratification obscure. Sur les bords de la même rivière, et au-dessus, viennent successivement : une marne schisteuse compacte, gris-cendré, avec des Térébratules et des Avicules, des schistes plus micacés de même teinte avec des Posidonomyes et des Térébratules, puis un grès psammitique rouge, brun, verdâtre ou jaunâtre, avec *Avicula socialis*, une autre espèce voisine des *A. gibbosa* et *cardiiformis*, des moules rappelant la *Myophoria vulgaris*, des empreintes d'*Halobia Lommeli*, etc. Toute cette série, rapportée au trias, plonge au S.-E. La houille, toujours à la partie supérieure du calcaire, semble occuper un bassin de 20 milles carrés, traversé par la rivière.

Suivant M. de Zigno (5), les dépôts triasiques des environs de

---

(1) Voyez : Maraschini (*Journ. de phys.*, vol. XCIV, p. 97-127, 1822). — A. Boué (*Edinb. Philos. Journ.*, juillet 1825). — De Keferstein, 1825. — Maraschini et Pasini, *Delle formazioni delle rocce del Vicentino*, p. 80-89, 1824. — A. Boué (*Bull.*. 1re sér., vol. III, p. 344, 1833), etc.

(2) *Sui terreni di sedimento inferiore dell' Italia settentrionale* (*Mem. del I. R. Istituto Lombardo dei sc.*, etc., vol. I, p. 24, avril 1845).

(3) Voy. *Neu. Jahrb.*, 1844.

(4) *Atti verbali della ottava riunione degli sc. italiani*, etc., à Gênes, 1845, p. 667. — Id. *compilati da A. de Zigno*, p. 41. Padoue, 1849.

(5) *Ibid.*, p. 43.

Recoaro, du Cadore, de la vallée de Canale et du Tagliamento, sont ceux qui s'étendent dans le val Sugana et le bassin de Trente, recouvrant les grès charbonneux dérangés par les mélaphyres. A San-Bartolomio ces dépôts s'élèvent au-dessus des cimes jurassiques du mont Chegol.

Nous avons déjà rappelé la coupe de mont Spitz situé au sud de Recoaro, donnée par M. Catullo (*antè*, vol, VII, p. 272). Cette colline a été étudiée depuis par la section de géologie du congrès des savants italiens réunis à Venise en 1847 (1), et l'on y a constaté la série suivante en allant de bas en haut :

1. Micaschistes et stéaschites.
2. Grès blanc et rouge (*rothe todte Leigende ?*) et conglomérat avec houille.
3. Calcaire plus ou moins compacte, alternant avec des marnes calcaires grisâtres (zechstein ou calcaire alpin ?).
4. Marnes rouges et grises (*bunter-Sandstein ?*).
5. Calcaire compacte gris, rempli de Térébratules et d'Encrines, etc. (muschelkalk).
6. Marnes schisteuses rouges (*Keuper*).
7. Assises jurassiques occupant la partie supérieure de la montagne.

En l'absence de fossiles l'assimilation des assises 2 et 3 avec le système permien n'a point été admise, et ces dépôts ont été compris dans le trias. La *Mya fassaensis*, signalée dans les marnes du n° 4 rapportées par les géologues du pays au grès bigarré, prouverait qu'elles dépendent au contraire du muschelkalk, tandis que ce qui est au-dessous jusqu'aux micaschistes appartiendrait seulement au groupe triasique inférieur ou du grès bigarré. Le muschelkalk comprendrait alors ces mêmes marnes de diverses couleurs avec le calcaire gris compacte n° 3 qui est au-dessous et le calcaire avec *Terebratula trigonella* et *vulgaris* n° 5 qui est au-dessus. Les marnes n° 6 seraient réellement l'équivalent des marnes irisées. La liaison des diverses assises de cette série prouve d'ailleurs aussi que toutes appartiennent à une seule et même formation.

Au sud de San-Quirico, les roches jurassiques disparaissent pour faire place au trias que l'on peut voir dans le lit même de l'Agno, traversé par une multitude de filons de mélaphyre. Ceux-ci coupent, dans divers sens et sous divers angles, les schistes et les grès

(1) *Nono congresso degli sc. italiani in Venezia*, septembre 1847. — *Sezione di geologia*, par M. L. Pareto, p. 32. Gênes, 1853.

rouges. De la colline située au-dessus de Rovegliano et non loin au nord de Communda, on peut étudier aussi la disposition géographique des nombreuses roches qui constituent le cirque au milieu duquel se trouve Recoaro. Ainsi le stéaschiste occupe le voisinage même de la ville, recouvert par les assises plus ou moins développées du trias, comme à Mondo-Nuovo où le gypse apparaît, et dans le mont Enna où le muschelkalk est plus clairement qu'ailleurs surmonté par les marnes irisées très puissantes. Les strates sont aussi fréquemment traversés par des dykes de mélaphyres dont un très grand passe près d'Enna au pied de Novegno, à la colline de Puosina et au delà. Le muschelckalk de Communda di Rovegliano renferme les *Terebratula trigonella* et *vulgaris*, le *Spirifer fragilis*, la *Posidonomya Claræ*, la *Gervillia socialis*, l'*Encrinites gracilis*, l'*E. liliiformis*, etc. Il se continue par le versant nord du mont Civillino jusqu'à la vallée *dei Zuccanti* où l'on remarque encore un puissant filon de mélaphyre ou de roche doléritique.

Plusieurs notes de L. de Buch (1) sont venues confirmer l'existence et les caractères du trias dans ce pays, et, pour ce savant, la présence de la *Posidonomya Claræ* était un guide sûr. Indépendamment des environs de Recoaro, dont nous venons de parler, il signale la *Terebratula trigonella*, comme formant une couche à elle seule au delà de Rovegliano, et la *Gervillia socialis* apparaissant plus bas au niveau des couches à *Ammonites nodosus* et *Terebratula vulgaris;* il cite en outre la *Terebratula Mentzeli* et l'*Encrinus gracilis*.

Convaincu que le zechstein se trouve dans les provinces vénitiennes, M. Catullo (2) admet dans le haut Vicentin : 1° un grès rouge avec combustible et reposant sur le micaschiste; 2° le calcaire magnésifère (zechstein de l'auteur) avec ses marnes; 3° le grès bigarré avec un calcaire oolithique rouge semblable à celui de Filarlungo; 4° un calcaire coquillier (muschelkalk) avec ses fossiles caractéristiques; 5° les marnes irisées ou *Keuper* supportant les calcaires jurassiques. Ces roches reparaissent dans la pro-

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 53. — *Atti verbali della ottava riun. degli sc. italiani*, 1846, *compilati da A. de Zigno*, p. 45. Padoue, 1849.

(2) *Remarques extraites de la Géologie paléozoïque des Alpes vénitiennes* (*Raccolta fisico-chimica italiana*, fasc. V du t. II, 1847, 4 pl.) — Voy. *Actes de la Soc. italienne*, vol. XXIV.

vince de Feltre (vallée du Mis) où cependant manque l'assise n° 2, de même que dans le haut Bellunais. Cette zone semble passer à un conglomérat avec des fragments de micaschiste et qui, suivant Fuchs, se trouve au contact du porphyre rouge quartzifère. Dans la vallée d'Imperina le grès bigarré serait représenté par une marne gypseuse avec *Voltzia brevifolia*. Le muschelkalk se montre au-dessus dans plusieurs localités du Bellunais, à Codorni, entre San-Vito et Borca, comme dans le Vicentin à Rovegliano et à Recoaro.

L'auteur décrit ensuite les fossiles du muschelkalk des Alpes vénitiennes; mais, si parmi les espèces qu'il donne comme nouvelles il y en a qui sont réellement caractéristiques de ce groupe, on en trouve citées aussi qui ne sont connues jusqu'à présent que dans la formation jurassique, puis d'autres dans les formations silurienne, dévonienne et carbonifère, de sorte qu'il est impossible de rien déduire de ces documents.

M. F. de Hauer (1), en présentant à la Société des amis des sciences les fossiles recueillis par Fuchs dans les Alpes de la Vénétie, fit remarquer que, suivant l'opinion de ce géologue, les plus anciens restes organiques du pays sont ceux qui proviennent des grès rouges alternant vers le haut avec le calcaire à Posidonomyes, lequel finit par dominer tout à fait et est recouvert par le calcaire à crinoïdes. Dans le grès rouge se montrent la *Myacites fassaensis*, Wissm., la *Posidonomya Claræ*, de Buch, l'*Avicula venetiana*, de Hau., le *Pecten Fuchsii*, id., une Ammonite voisine de l'*A. Simonyi*, id., l'*Araucarites agandicus*, Ung. (*agordicus?*). Dans les grès qui alternent avec le calcaire on rencontre le *Ceratites cassianus*, Quenst., une Ammonite, nov. sp., l'*Avicula Zeuschneri*, Wissm., la *Naticella costata*, Münst., et, dans le calcaire à Posidonomyes, la *P. Claræ*, la *P. radiata*, Cat., la *P. Brandii*, id., une nouvelle espèce, la *P. Becheri*, Wissm., Cat., la *Gervillia lata*, de Hau., le *Pecten discites*, Hehl, l'*Avicula socialis*, Bronn. Le grès rouge et le calcaire à Posidonomyes ne se distingueraient alors ni sous le rapport du gisement, ni sous celui des fossiles, le premier représentant le grès bigarré et le second le muschelkalk.

Les fossiles du calcaire à crinoïdes sont: le *Scyphia capitata*, var. Münst., l'*Encrinites liliiformis*, Schloth. (*Encrinus*, id., Lam.), l'*E. granulosus*, Münst., le *Cidaris flexuosa*, id., la *Terebratula*

---

(1) *Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. IV, p. 373, 1848.

*vulgaris*, Schloth., le *Pecten alternans*, Münst., le *P. lævigatus*, ? Gold., l'*Ammonites Aon*, Münst., l'*A. galeiformis*, de Hau.; *an bicrenatus*, Münst.? Cette faune serait analogue à celle de Saint-Cassian, à laquelle M. de Hauer rapportait alors l'horizon des marbres coquilliers opalins de Bleiberg, et celui des marbres rouges d'Hallstadt et d'Aussee. Le tout, suivant lui, devait former un terme supérieur du groupe du muschelkalk qui n'avait pas encore été observé dans le reste de l'Europe et qui ne devait même pas s'y trouver.

Les calcaires à céphalopodes qui viennent au-dessus contiennent beaucoup de formes d'aspect jurassique, telles que les *Ammonites athleta*, *Hommairii*, *anceps*, appartenant à l'Oxford-clay inférieur, la *Terebratula diphya*, etc. Les fossiles du *grès doléritique* de Fuchs sont encore ceux de Saint-Cassian (*Halobia Lommeli*, *Avicula pectiniformis*, *Posidonomya wengensis*, *P. minuta*, *Avicula globulus*), c'est-à-dire ceux des couches de Wengen, qui, suivant MM. Emmerich et Catullo, viennent immédiatement au-dessus du calcaire coquillier (muschelkalk).

Entre la zone de trias qui occupe les vallées de Grödner, de Saint-Cassian, etc., et le bord méridional des Alpes du Tyrol, il y a, dit sir R. Murchison (1), d'autres ellipsoïdes de roches cristallines dont le soulèvement a amené au jour des épaisseurs considérables de dépôts sédimentaires. Telle est la Cima d'Asti (ou d'Asta) avec son granite central et les roches cristallines qui l'accompagnent dans le val Sugana. Au sud-sud-ouest sont les massifs des vallées de Leogre, de Posina et de Recoaro, mettant à découvert la roche fondamentale de micaschiste, à laquelle succède, comme on l'a vu, toute la série du trias couronné au mont Spitz par les dolomies jurassiques. Le savant auteur donne une nouvelle coupe de cette dernière montagne et fait remarquer que les grès et les conglomérats, avec des végétaux charbonnés, de 12 à 15 mètres d'épaisseur, sont seulement la base du grès bigarré. Les empreintes qu'on y observe ne rappellent point les formes houillères. Dans les bancs calcaires (n$^{os}$ 9 et 10 de la coupe) se montrent les fossiles propres au muschelkalk (*Encrinites liliiformis*, *Terebratula vulgaris*, etc.), tandis que les Myacites se trouvent dans les calcaires en dalles situés plus bas. La même série s'observe encore dans de profonds ravins au nord et à l'ouest de la ville. Quant aux fossiles,

(1) *On the structure of the Alps*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 167, 1849).

ils sont très abondants dans les crêtes calcaires qui s'élèvent à l'est de Rovegliano et à Civelina.

D'après ce développement du trias sur divers points, on peut prévoir que des dépôts équivalents, mais non toujours fossilifères, pourront être suivis le long de certaines zones à travers les Alpes orientales et particulièrement là où les roches rouges et le calcaire, s'élevant de dessous les grandes assises jurassiques, reposent sur les roches paléozoïques. C'est ce que justifiera, dans la section suivante, l'examen du bassin de la Drave dans la Carinthie.

Dans la coupe de la Cima d'Asta à Bassano qu'a donnée M. A. de Zigno, on voit le trias traversé par le porphyre quartzifère au sud de Brenta. Au nord de la ville il repose sur le micaschiste, et au sud il est recouvert par la série jurassique de la *Cima del Dodici*. Les détails que nous avons déjà donnés à ce sujet nous dispensent d'y revenir ici (voy. *antè*, vol. V, p. 74, et vol. VII, p. 275).

On a vu quels étaient dans la Lombardie les caractères et la position de l'étage de Raibl que nous étudierons tout à l'heure dans la Carinthie; mais nous devons mentionner dès à présent le résultat des recherches de M. Foetterle (1) qui en a découvert des représentants dans les montagnes de la Vénétie, à l'ouest de celles de Raibl. Depuis les environs de Talmezzo il a pu les suivre dans cette dernière direction par Ampazzo jusqu'à Forni di Sotto. Près de la première de ces localités, les couches courent au N.-E., et sont probablement en rapport avec celles de Zucco et de Boar; les fossiles s'y montrent sur divers points, et, comme partout où elles existent, ces assises forment le terme le plus élevé du trias. Elles reposent sur des dolomies de teintes claires également de la partie supérieure de la formation, et sont recouvertes par les dolomies et les calcaires de Dachstein.

Si l'on continue à s'avancer vers l'O., elles cessent de se montrer, tandis que l'étage de Saint-Cassian, dont la faune se distingue de celle de Raibl par l'abondance des céphalopodes et des gastéropodes, tend à se développer de plus en plus. La série triasique de cette dernière partie des Alpes vénitiennes se trouve alors composée de bas en haut par les couches de Werfen (grès rouge, etc.), le calcaire de Guttenstein (muschelkalk), la pierre verte (*pietra verde*), les couches à Halobies et les couches de Saint-Cassian surmontées

(1) F. R. de Hauer, *Ein Beitrag zur Kennt. der Fauna der Raibler Schichten*, 1857.

sans intermédiaire par les calcaires de Dachstein. Une assise fossilifère, qui paraît être aussi voisine de celles de Raibl que de celles de Saint-Cassian, constitue le calcaire rouge de Schlern mentionné par M. Eichwald (1).

M. K. de Schauroth (2), qui est encore revenu sur cette localité si souvent décrite des environs de Recoaro, ne nous semble pas y avoir vu beaucoup plus que ses nombreux prédécesseurs. Il signale particulièrement les fossiles nouveaux qu'il a observés, et, parmi les espèces qui étaient déjà connues, celles du muschelkalk inférieur et moyen de l'Allemagne, tandis que les espèces analogues de sa partie supérieure ne s'y montrent pas. Il distingue dans ce trias 48 formes animales dont 2 seulement se retrouveraient dans les couches de Saint-Cassian. Plus récemment, le même géologue a donné une liste des fossiles du trias de la Vénétie (3) qui pourra être consultée utilement.

M. Massalongo (4) mentionne dans les grès triasiques de ce pays : le *Palyssia Massalongi*, Schaur., l'*Haidingeria Schaurothi*, Massal., 2 espèces de *Taxites*, l'*Æthophyllum spinosum*, Schaur., l'*Equisetum Brongniarti*, id., et un *Caulopteris ;* dans le muschelkalk, le *Voltzia heterophylla*, var. *brevifolia*, Schaur. (*Cystoscirites*, Catull.), l'*Araucarites Catullo*, Massal. (*A. agordicus*, Ung., *Voltzia*, Catull.), et une espèce de *Brachyphyllum*.

M. de Hauer (5) a fait connaître les fossiles de Cibiani dans le val Inferno, non loin de Zoldo. La roche qui les renferme est marneuse, rouge-foncé inférieurement, puis calcarifère et schisteuse. M. Foetterle l'a rapportée aux schistes de Werfen qui interrompent obliquement le *calcaire alpin vénitien*, pour se prolonger du val

(1) *Beschreib. die Fossilien aus dem rothen Kalksteine vom Schlern* (*Mém. de la Soc. des naturalistes de Moscou*, vol. IX).

(2) *Uebersicht der geognost. Verhältnisse der Gegend von Recoaro* (*Sitzungsb. der math. naturwiss. Classe der k. k. Akad.*, vol. XVII, p. 562, avec 1 carte et 3 pl. de fossiles, 1855). — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 213 et 245. — Voy. aussi : une lettre de M. Fréd. Roemer, *Neu. Jahrb.*, 1857, p. 809.

(3) *Sitzungsb. d. k. Akad. math.-naturw. Classe*, vol. XXXIV, p. 283, 1859. — *Neu. Jahrb.*, 1859, p. 359.

(4) *Vorläufige Nachricht über die neuer paläont. Entdeckengen am monte Bolca* (*Neu. Jahrb.*, 1857, p. 775).

(5) *Paläontologische Notizen* (*Sitzungsb. der math. naturw. Classe d. k. Akad. der Wissensch.*, vol. XXIV, p. 145, 1857).

Socchiève au nord-est jusqu'à Primiero en Tyrol. Ce calcaire est également fossilifère. Au sud de cette ligne, les schistes s'approchent du grès rouge ou *verrucano* comme des calcaires de Dachstein, tandis qu'au nord les couches plus récentes du trias se rattachent régulièrement à ces mêmes schistes de Werfen et sont recouvertes par l'étage de Dachstein. Aux couches les plus élevées des schistes s'associent les calcaires de Cibiani avec *Ammonites Studeri*, Hau., *A. sphærophyllum*, id., A. nov. sp. (section des *globosi*), correspondant aux bancs à céphalopodes de Dont, et recouverts par les couches de Wengen avec *Halobia Lommeli*, aussi bien que par la pierre verte (*pietra verde*, voy. Fuchs).

Au nord d'Arsiera, dans le val Inferno, un calcaire dolomitique, bitumineux, reposant sur le tuf doléritique du trias supérieur, renferme des amas de galène et de zinc sulfuré exploités (1). A Argentiera, à l'ouest d'Auronzo, des minerais analogues à ceux de Bleiberg en Carinthie forment, avec la galène, des amas dans le calcaire; la calamine y est aussi très répandue (2).

Plus à l'est, sur la limite même des provinces Vénitiennes et appartenant encore, du moins en partie, au bassin de l'Adriatique, M. D. Sturr (3) a décrit les roches du même âge de la vallée de l'Isonzo, entre Flitsch et Görz, celles des environs de Wippach, d'Adelsberg, de Planina et de Wochein, et il a modifié les opinions émises par M. Boué qui nous les avait fait ranger en partie dans la formation jurassique (*antè*, vol. VII, p. 282). Déjà l'auteur avait signalé le trias de la vallée de Baca, entre Podmens et Hudajuzna, puis dans la vallée d'Idria. Au sud de Wochein, dit-il, et des hauts plateaux des bois de Tarnowan, de Kreuzberg et de Birnbaum la même formation et les dépôts houillers sont circonscrits comme un bassin par le calcaire de Dachstein. Le trias occupe deux régions distinctes par leurs caractères particuliers.

Dans la partie nord, le grès bigarré manque et les couches de l'horizon de Saint-Cassian se trouvent être les plus anciennes de la vallée de Baca. Ce sont des grès à gros grains, gris ou bruns, avec *Equisetites columnaris*, des schistes noirs, brillants, avec Posi-

(1) *Coup d'œil sur les mines de la monarchie autrichienne*, p. 46, 1855.
(2) *Ibid.*, p. 47.
(3) *Das Isonzo-Thal*, etc. (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt*, vol. IX, p. 324-334, 1858).

donomyes, des marnes calcaires en lits minces, le tout ayant une épaisseur d'environ 40 mètres. Près de Sella on trouve de nombreux fossiles qui indiquent le niveau de l'étage de Saint-Cassian (*Ammonites Aon*, *Cidaris dorsata*, Münst., *C. decorata*, id., *Turritella Lommeli*, id., *Avicula bidorsata*, id.). Sur d'autres points se montre l'*Encrinus liliiformis*.

Le second *facies* de ce système, situé au sud du précédent, comprend, au-dessus des couches carbonifères, des grès bigarrés très développés qui représentent les schistes de Werfen avec *Myacites fassaensis*, *Naticella costata*, *Turbo recte costatus*. Ils occupent la vallée d'Idria, s'étendant au nord dans le bassin de Kircheim et au delà. On y trouve vers le haut des marnes noires, quelquefois vertes et rouges, avec *Ceratites cassianus*, *Naticella costata*, *Turbo recte costatus*, *Myacites fassaensis*. Les fossiles du grès et des marnes ne passent point dans le calcaire de Guttenstein, bien que ce dernier offre parfois des espèces appartenant à des couches plus élevées et d'autres qui traversent toute la série triasique. Quant à la dolomie qui recouvre aussi le grès bigarré et la *pierre verte*, sa stratification est régulière, sa teinte grise, et elle représenterait les couches à Halobies ou bien le calcaire de Guttenstein. Il y a des lits minces de coquilles acéphales et gastéropodes fort petites et rappelant celles de Saint-Cassian. Une grande partie des dolomies est néanmoins poreuse, blanche et non stratifiée, et par places la roche est un calcaire pur. Les fossiles sont des crinoïdes et des coraux, et, malgré l'analogie de certaines espèces, on ne peut pas cependant voir dans ces assises les représentants de celles de Raibl. Au-dessus règne un calcaire appelé calcaire de Plassen (*Plassen-Kalk*), et enfin, d'après M. Lipold, une dolomie, qui dépend de l'étage de Dachstein, surmonte le tout.

## RÉSUMÉ.

On comprend actuellement les difficultés qu'ont dû éprouver les géologues pour coordonner, dans une même formation, des dépôts aussi variés que ceux que nous venons de décrire depuis les bords du lac de Lugano jusqu'à la vallée de l'Isonzo, et à les rapporter au trias de l'Allemagne, si régulier, si constant dans la composition de ses principaux termes, présentant des horizons si nets sur de vastes étendues, surmonté par le lias non moins facile à reconnaître et reposant sur un système de couches également distinct.

Il a fallu des études comparatives bien longues, passer par bien

des incertitudes et tomber même dans des erreurs plus ou moins graves avant qu'on pût retrouver dans ces poudingues ces grès rouges, ces schistes noirs, ces marnes foncées, ces calcaires, magnésiens ou non, les équivalents du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées. Et encore, sauf le second groupe qui a pu servir de repère, les deux autres sont si différents, sous le rapport des roches, et le supérieur surtout sous celui des fossiles, que ce ne fut qu'après bien des hésitations que l'opinion s'est fixée à leur égard. Ce résultat n'a pas été obtenu d'ailleurs par leur examen seul; il a fallu étudier, avec non moins d'attention, le versant oriental des Alpes ou le bassin supérieur de la Drave et de ses affluents, puis leur versant nord dans l'Autriche, le Salzbourg, la Bavière, le Tyrol et le Vorarlberg, pour montrer que cette discontinuité des dépôts, ces différences si profondes de leurs roches et de leurs faunes, comparées à celles du nord ou de l'Allemagne, tiennent aux mêmes causes que celles déjà signalées dans les dépôts jurassiques alpins.

Si nous pouvons nous appesantir sur cet ordre de considérations, et chercher à en faire apprécier l'importance comme à en déduire quelques résultats généraux, ce ne sera qu'après avoir comparé attentivement la disposition et les caractères du trias sur le reste du pourtour des Alpes, et dans le cas où il résulterait de cette comparaison des principaux faits et des opinions des géologues un accord que nous n'apercevons pas de ce côté de la chaîne.

Nous nous bornerons à faire remarquer ici que la plupart des changements apportés dans la classification des roches secondaires anciennes du versant méridional sont dus à des observations très récentes, et que les cartes géologiques générales, telles que celle de MM. Murchison et Nicol, et celle d'A. Dumont, publiées en 1856, ne donnent encore qu'une idée très imparfaite de la distribution géographique du trias de ce pays.

# CHAPITRE VIII.

## FORMATION TRIASIQUE DES ALPES DE L'EST, DU NORD ET DU NORD-OUEST.

Les bassins supérieurs de la Drave et de la Save, considérés comme un tout, sont limités au sud par les chaînons des Alpes Carniques et Juliennes, au nord par ceux des Alpes Noriques qui, en se réunissant aux précédents, sur les limites du Tyrol, de la Carinthie et du Salzbourg, ferment, à l'ouest, ces grandes dépressions alpines qui s'ouvrent à l'est et s'élargissent de plus en plus à mesure qu'elles s'abaissent vers les plaines du Danube.

Cet espace, qui comprend la Carinthie, la Styrie et la Carniole, ou la plus grande partie des provinces Illyriennes, renferme plusieurs districts miniers et a été longtemps l'objet de recherches géologiques, mais ce n'est que depuis peu qu'on y a reconnu avec certitude l'existence de dépôts réellement triasiques, presque toujours confondus jusque-là avec des roches plus anciennes ou plus récentes, avec les formations houillère, permienne ou jurassique.

Sur le versant nord des Alpes, depuis le bassin de la Leytha qui s'ouvre dans la vallée du Danube au-dessous de Vienne, jusqu'à la rive droite du Rhin', sur la frontière suisse, comme sur le versant nord-ouest de la même chaîne jusqu'en Savoie, dans ce vaste plan incliné si accidenté, où nous avons déjà cherché à distinguer au milieu du chaos d'innombrables dislocations, les caractères et les rapports des dépôts tertiaires inférieurs, crétacés et jurassiques, puis à faire la part de ce qui pouvait appartenir à chacune de ces périodes, il nous reste encore à remplir la tâche non moins ardue de séparer de ceux-ci et des roches de transition les sédiments tout aussi variés, disloqués et discontinus de la période triasique, qui se montrent çà et là au milieu des précédents, dans les montagnes de l'Autriche, du Salzbourg, du Tyrol septentrional, du Vorarlberg, de la Suisse et peut-être de la Savoie.

### § 1. — Provinces Illyriennes.

Il y aurait peu d'intérêt pour le lecteur à rappeler ici les diverses opinions émises sur l'âge des dépôts triasiques des provinces Illyriennes, et en particulier de la Carinthie, qui ont si souvent exercé la sagacité des observateurs. Ce que nous avons dit des autres formations de ce pays (1) peut faire juger où en était aussi la question qui nous occupe, lorsqu'il y a quelques années les géologues de Vienne, guidés par des analogies moins vagues que celles qui avaient servi à leurs prédécesseurs, firent voir que ces dépôts, placés géographiquement entre ceux des versants nord et sud des Alpes, possédaient des caractères géologiques propres à démontrer leur contemporanéité et par conséquent à les relier les uns aux autres.

Cartes géologiques.

Nous avons déjà dit que MM. Sedgwick et Murchison, sur leur carte des Alpes orientales (1832) avaient marqué une bande de trias (*red sandstone* et *magnesian limestone*), étroite, flexueuse, se dirigeant des environs de Brunecken à l'E.-S.-E. et remontant ensuite un peu pour suivre, à partir de Nobling, la vallée de la Gail jusqu'à sa réunion avec la Drave, au-dessous de Villach. Un lambeau des mêmes couches remonte de cette vallée par Tarvis jusqu'à Raibl, au sud, et à l'ouest jusqu'au delà de Ponteba. Une seconde bande étroite, indiquée sur la rive gauche de la Gail, se divise en deux parties : l'une dans la région supérieure de son cours, l'autre dans la partie inférieure passant à Bleiberg et se terminant à Villach. La zone de la rive droite se prolonge à l'est en suivant la Drave jusqu'aux environs de Kappel au sud-est de Klagenfurt. Dans le bassin supérieur de la Save, des roches semblables sont indiquées au nord-ouest de Laibach, au fond des vallées de Lack-Loka et de Billickgrätz, puis au nord-est et au nord-ouest de Cilli, dans la haute vallée de la San et de ses affluents.

Sur la carte de l'Europe centrale de M. de Dechen (1839), les deux lambeaux de la rive gauche de la Gail ont seuls été reproduits; un troisième est marqué sur la rive droite de la Drave en amont de Villach, et, bien loin à l'est, un quatrième se voit dans le

(1) Voyez *antè*, vol. III, p. 102 ; vol. V, p. 93, et surtout vol. VII, p. 282-290.

massif de Fünfkirchen qui sépare la Drave du Danube au-dessus de leur confluent.

La carte générale de l'empire d'Autriche (1845) était à une échelle suffisante pour donner une idée plus complète de l'état de la science à ce moment, mais on la trouve encore bien peu avancée à cet égard. On y remarque deux lambeaux de grès rouge (*rother Sandstein*) dans la vallée de la Gail, l'un supérieur sur sa rive gauche, l'autre inférieur sur sa rive méridionale ; un troisième, allongé E., O., se trouve entre Raibl et Tarvis ; deux fort petits existent à l'ouest de Bleiberg, le long de la route de Feistritz, et au nord se voit celui de la rive droite de la Drave. Au sud de cette rivière, autour de Neumarktl, de Kappel, et, de Laufen à Guttenstein et Saint-Paul au nord, sont marquées de nombreuses plaques de ce même grès, indiqué aussi plus au sud entre Ober-Idria, Voiska et Schwarzenberg. On en observe à l'est de Fiume, entre cette ville et la rivière de Kulpa, dans la même direction entre Möttling et la Save, au-dessus d'Agram. Enfin le lambeau de Fünfkirchen dont nous avons parlé, et ceux de la rive nord-ouest du lac de Platten à Lovas, de Koïes-Kallya, Szepesd, etc., sont également représentés. Les *dolomies*, le *calcaire alpin*, les *schistes argileux* et la *grauwacke* sont les désignations sous lesquelles ont été comprises les diverses parties du trias dont nous aurons à nous occuper.

Les cartes générales de l'Europe ne pouvaient guère, vu la petitesse de leur échelle, exprimer les détails que ce sujet comporte ; cependant on voit distinctement sur celle d'A. Dumont que presque tout le massif montagneux compris entre la Gail et la Drave est colorié comme trias. Au nord-ouest de Klagenfurt, autour de Guttaring et d'Althofen, on en remarque une étendue assez considérable. Les autres points où on l'observe encore paraissent avoir été indiqués d'après la carte de l'empire d'Autriche.

Les auteurs qui depuis dix ou douze ans se sont occupés de cette région ont, à plusieurs reprises, parlé des mêmes localités, et, de temps en temps, ont généralisé leurs vues avec les faits connus au moment où ils écrivaient ; nous serons donc obligé, sauf à revenir plusieurs fois sur les mêmes points, de suivre rigoureusement l'ordre de ces publications pour apprécier l'enchaînement et le développement des idées au fur et à mesure que la lumière se faisait. Le champ de ces observations est d'ailleurs limité entre les vallées précédentes, les environs de Lienz à l'ouest, et le méridien d'Agram à l'est.

Carinthie occidentale. Districts de Bleiberg, de Raibl, etc. — Observations diverses.

Depuis l'ouvrage de Wulfen, publié en 1793 (1), on ne s'était guère occupé des fossiles dont le test bien conservé, surtout dans les Ammonites, donne au marbre de Bleiberg, petite ville située à l'ouest de Villach, à égale distance de la Drave et de la Gail, un éclat opalin et irisé qui l'a fait remarquer de tous temps. M. de Hauer (2), qui avait déjà mis en parallèle les couches fossilifères de cette localité avec celles de Hallstadt sur le versant des Alpes de l'Autriche, a reconnu peu après (3) que le nombre des espèces de Bleiberg n'était pas très considérable. Il y a signalé particulièrement un Nautile (*N. Sauperi*, Hau.), l'*Ammonites floridus*, Wulf., remarquable par ses variations à divers âges qui y avaient fait distinguer d'abord quatre espèces différentes, l'*A. Johannis-Austriæ*, Klipst., l'*A. Jarbas*, Münst., et des Orthocératites.

La roche qui donne ce marbre ne s'observe que sur un petit nombre de points, mais elle fait partie d'un horizon fort étendu sur les deux versants des Alpes. L'auteur y rapportait alors en effet, sur le versant méridional, la localité de Saint-Cassian où se trouvent les *Ammonites Jarbas* et *Johannis-Austriæ*, celle de Raibl où l'on signale l'*A. Gaytani*, Klipst., celle de Wochein, à l'est, où se trouve l'*A. galeatus*, Hau., et Berg-Obir, au sud de Klagenfurt, où se représente le marbre à *A. floridus*. Sur le versant septentrional la même roche avec les mêmes fossiles existerait à Hall (Tyrol), à Berchtesgaden et à Hallein avec les *A. Metternichii*, Hau., *tornatus*, Bronn, *neojurensis*, Quenst., *amœnus*, Hau., *galeatus*, id., *subumbilicatus*, Bronn, l'*Orthoceratites alveolare*, Quenst., des Bélemnites ou du moins des corps que l'on regardait alors comme tels, des Nautiles, des gastéropodes et des crinoïdes. A Hallstadt et à Aussee elle se montre avec les céphalopodes, des *Monotis*, etc.; à Spital-Pyrlen, avec le *Monotis salinaria;* à Neuberg (Tyrol), à Hörnstein, au sud de Vienne, etc., il en serait encore de même. On a ainsi, disait M. de Hauer, un ensemble de dépôts contempo-

(1) *Ueber den Kärntnerischen pfauensch. Helmintholith.* Erlangen, 1793.

(2) *Die Cephalopoden des Salzkammergutes*, etc., in-4°, 16 pl. Vienne, 1846.

(3) *Ueber die Cephalopoden*, etc. (*Berichte ueber die Mittheil. von Freuden d. Naturwiss. in Wien*, vol. I, p. 174, n$^{os}$ 1-6, mai 1846. Wien, 1847). — *Naturwiss. Abhandlungen Gesamm. und durch Subscrip. herausg. von W. Haidinger*, vol. I, p. 21, 1 pl. 1847.— *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 105. — Voyez aussi l'opinion de M. de Morlot (*antè*, vol. VII, p. 287).

rains dont la faune diffère de tout ce que l'on connaît en dehors de la région des Alpes. On remarquera cependant que l'auteur ne séparait pas encore bien nettement cette faune de celle du lias, et en particulier des couches d'Adneth, de Saint-Wit, etc., près de Baden, ainsi que d'autres dans la chaîne des Carpathes.

Les mines de plomb et de zinc de Raibl, localité située au sud de Tarvis, ont été l'objet de travaux importants. M. Niederrist (1) a constaté que les roches désignées par lui sous le nom de *calcaire alpin* occupent une très grande surface de pays. Il a reconnu leurs relations avec les porphyres et avec d'autres roches voisines, mais il n'a pas pu établir leur âge réel par des preuves directes. Le calcaire bitumineux qui alterne avec les autres n'en est qu'une modification accidentelle. Les minerais se montrent surtout dans leur voisinage ou à leurs limites respectives.

M. de Morlot (2) avait été un peu plus explicite en rapportant le *calcaire alpin inférieur* au muschelkalk. Les roches sont, dit-il, des dolomies massives, en bancs puissants, plongeant au S. Près des schistes elles deviennent marneuses, bien stratifiées et en bancs épais. Au pied du Königsberg la dolomie est bréchoïde, grise ou blanche et très puissante. Ses cavités sont tapissées de diverses substances cristallisées, mais il n'y a point de fossiles. Le *calcaire alpin supérieur* est en couches minces; sa structure est variée; il est celluleux et tout à fait dolomitique. Lorsqu'il est moins chargé de magnésie il renferme des hornsteins. On a vu (*antè*, vol. VII, p. 371) que l'assise désignée sous le nom de *calcaire alpin inférieur* reposait sur le grès rouge, et que le marbre coquillier (muschelkalk supérieur ou *Keuper*) le recouvrait. Mais à cette époque (1850) on confondait encore ces assises ou la plupart d'entre elles avec le calcaire de Dachstein.

M. F.-E. de Rosthorn (3) avait reconnu que le gisement du

---

(1) *Geognost. bergmännische Beschreibung des Blei-und Galmei-Bergbaues zu Raibl in Oberkärnthen*, avec carte et coupes (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 769, pl. 6).

(2) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, vol. I, n° 2, p. 255, 1850.

(3) *Zur Geognosie und Geologie*, etc., sur la géognosie et la géologie des Alpes du sud-est dans la Styrie, la Carinthie et l'Illyrie, avec 2 pl. (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 434).—Voy. aussi : de Morlot, *Erlauterungen z. geol. Uebericht-Karte*, etc. Explication de la carte géolog. des Alpes orientales, in-8° avec coupes. Vienne, 1847. — *Geolog. Uebersichts-Karte*, etc. Carte géol. des Alpes du nord-est, 1 f., 1847.

marbre coquillier de Bleiberg auquel nous reviendrons actuellement, placé en apparence au-dessus du lias inférieur ou calcaire de Dachstein, présentait réellement une disposition anormale, qui n'empêchait pas que cette assise ne fût mise en parallèle avec des dépôts analogues du versant nord des Alpes.

Mémoire de M. Peters.

M. K. Peters (1) professe la même opinion, et l'extrémité orientale de la chaîne qui sépare la Drave et la Gail est formée, suivant lui, de couches plus récentes ; l'étage de Guttenstein recouvre les schistes de Werfen le long de la première de ces rivières au sud-est de Paternion.

Au pied méridional du Dobrac, les calcaires sont plus ou moins dolomitiques; celui de Guttenstein est représenté par une dolomie gris-bleuâtre, fragile, semblable à celle du trias de l'Alpe du nord. A Sack la série atteint 450 mètres d'épaisseur et repose sur les schistes de Werfen qui s'abaissent ensuite avec les montagnes de Villach pour atteindre le fond de la vallée. Ce dernier groupe comprend un calcaire noir avec de la chaux carbonatée blanche, des schistes gris sablonneux et du gypse impur de 2 à 3 mètres d'épaisseur.

Ce trias inférieur s'étend dans la vallée de la Drave vers le S. et le S.-O., dans celle de la Gail vers le N. et le N.-E., et par conséquent vers Bleiberg. M. Foetterle l'a suivi jusque dans la vallée de Längen par Nötschgraben. Les couches de Werfen, qui s'enfoncent au-dessous du Dobrac, ont, avec les dolomies de Guttenstein, un développement de 800 à 900 mètres. Le trias supérieur est presque aussi puissant et constitue, sans y comprendre les schistes de la vallée de Bleiberg, la partie la plus élevée des montagnes. Les grès bruns représentent les couches des Alpes lombardes et celles du Vorarlberg, où MM. Escher et Heer ont signalé des restes de plantes (Bactryllies). Au-dessus est un calcaire schisteux, plongeant de même, qui peut être regardé par ses fossiles et malgré son peu d'épaisseur, comme analogue à celui de Bleiberg.

(P. 74.) Dans la vallée où se trouve cette dernière ville, on observe des calcaires et des schistes. Ceux-ci sont marneux, gris, brun-foncé, de 8 à 15 mètres d'épaisseur, et renferment le gisement particulier des fossiles de cette localité. Le marbre coquillier opalin, si recherché dans les arts y est subordonné, mais n'existe

(1) *Die Umgebung von Deutsch-Bleiberg*, etc. (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, etc., vol. VII, n° 1 (janv., févr., mars), p. 67, 1856).

que dans le petit district de Kreuth. Au-dessus des schistes vient un calcaire bitumineux, gris, magnésien, sans fossiles. La couche à coquilles irisées manque au delà de Bleiberg, et au Saint-Esprit (Heiligen-Geist) on retrouve la roche que les mineurs désignent sous le nom de *Steinkalk*.

Les coupes stratigraphiques 1, 2 et 3, données par M. Peters, montrent et expliquent les relations compliquées des couches triasiques avec le calcaire à Mégalodon ou lias inférieur, et elles font voir comment les dislocations survenues après la formation des dépôts ont interverti leurs rapports originaires. Ainsi dans le profil 2, pris à l'est de Bleiberg, la masse de la montagne est formée par le calcaire de Dachstein et par les dolomies qui en dépendent. Dans le profil 3, pris à l'ouest, les schistes supérieurs du trias sont enveloppés dans un pli de calcaire de Dachstein. A mi-côte, à l'exploitation de Georg, dans Brandel, au-dessous du sommet de l'Erzberg, entièrement formé de calcaire du lias et plus au bas, ces mêmes schistes, surmontés par des calcaires encore triasiques, reposent, à stratification discordante, sur celui de Dachstein ou du lias, de sorte qu'une portion du trias, pincée d'abord dans un pli de calcaire de Dachstein, a dû glisser ensuite sur les tranches de ce dernier.

(P. 80.) Dans le district d'Heiligen-Geist le trias est différent, et les dolomies qui atteignent la vallée de Weissenbach appartiennent aux couches inférieures fossilifères de Dachstein.

Quant aux fossiles de Bleiberg, ils sont peu nombreux et pour la plupart indéterminables. Ils suffisent néanmoins, suivant l'auteur, pour placer ces couches au niveau de celles de Saint-Cassian. Les schistes et les calcaires subordonnés renferment en effet partout l'*Ammonites-floridus*. L'*A. Jarbas* se trouve à Saint-Thomas avec l'*A. Johannis Austriæ*, l'*Orthoceratites elegans*, Münst. ? puis les *Pleurotoma Blumi*, Wissm., *subplicata*, Klipst., la *Turritella acuti-costata*, id., l'*Halobia Lommeli*, Wissm., une *Nucula*, n. sp., très répandue dans le calcaire à Avicules, et 2 Gryphées.

En résumé, on trouve dans ce pays, dit M. Peters (p. 88), les schistes cristallins ou micacés recouverts en partie par des conglomérats et des schistes carbonifères avec des diorites intercalées, puis au-dessus les couches de Werfen et celles de Guttenstein formant le trias inférieur. Viennent ensuite des calcaires en bancs minces, gris-foncé, avec un grès à Bactryllies, un schiste marneux représentant l'étage de Saint-Cassian et des dolomies qui constituent le trias supérieur. Enfin celui-ci est surmonté par les dolomies et

les calcaires de Dachstein ou lias inférieur que recouvrent à leur tour des dépôts tertiaires.

Toutes ces couches, considérées de l'E. à l'O. relativement à celles des montagnes qui les environnent, paraissent occuper un niveau plus bas, de sorte que les vallées de la Drave et de la Gail résulteraient d'un enfoncement particulier à cette région. Il s'est produit d'abord des dislocations qui ont été suivies par un soulèvement au sud et une dépression au nord. Le long d'une fente dirigée E., O., sont venues au jour les couches de Saint-Cassian et d'autres plus récentes, tandis qu'à l'ouest ces mêmes couches ont été rejetées au delà des calcaires de Dachstein qui bordent la pente nord, de telle sorte qu'il s'y est produit une stratification régulière en apparence. Dans la partie orientale, comme on vient de le dire, le trias a été saisi dans un repli du calcaire de Dachstein, mais au nord et au sud toutes les couches des deux systèmes sont dans leur position relative normale.

Les filons de plomb que l'on exploite sont parallèles et semblent remonter à l'époque de la fente ou dislocation principale que nous venons d'indiquer. Dans le district de Kreuth et de Bleiberg, ils appartiennent exclusivement au calcaire de Dachstein ; vers l'est, à Heiligen-Geist, les filons métallifères sont dans le trias. Des bouleversements fréquents, survenus à diverses époques, ont en outre compliqué des relations stratigraphiques déjà fort obscurcies par les premières dislocations. A Vindisch-Bleiberg et à Schwarzenbach, M. Lipold a constaté, comme nous le dirons plus loin, des rapports semblables aux précédents mais moins complexes.

Les gîtes métallifères de la zone de Deutsch-Bleiberg (1), disaient en 1855 MM. de Hauer et Foetterle (2), sont encaissés dans un calcaire dont l'âge est encore incertain. Quelques portions paraissent être du lias inférieur, d'autres du trias. Les calcaires bien stratifiés sont traversés par des fentes qui renferment le minerai dépourvu

---

(1) La chaîne calcaire qui s'étend à travers la Carinthie méridionale, de Hermagor jusque vers Windischgrätz en Styrie, renferme partout des minerais de plomb. On peut y distinguer trois zones plombifères : celle de Deutsch-Bleiberg, celle de Raibl et celle qui s'étend de Windisch-Bleiberg jusqu'à Ursulaberg sur la frontière de la Styrie, en passant sur les crêtes des montagnes d'Obir et de Petzen (*Coup d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne*, par MM. F. de Hauer et Foetterle, p. 47, 1855).

(2) *Ibid.*

de gangue. Dans leur voisinage, la roche est aussi imprégnée de galène plus abondante à l'intersection des fentes et des plans de joints. Les couches plongent au S.-S.-O. et l'inclinaison est plus forte dans la partie ouest de la région qu'à l'est. Le plomb extrait de la galène contient à peine quelques traces d'argent, et sa grande pureté lui donne plus de valeur que celui des zones voisines. Le plomb molybdaté jaune et le plomb carbonaté blanc s'y trouvent associés. A Kreuth, la calamine et le zinc sulfuré sont exploités, et il y a en outre une centaine d'autres travaux moins importants, disséminés dans les montagnes comprises entre les vallées de Bleiberg, de la Gail et de la Drave.

Observations de M. Foetterle.

M. F. Foetterle (1), qui s'est aussi occupé des relations stratigraphiques des systèmes carbonifère et triasique de la Carinthie supérieure, a fait remarquer que de Paternion et de Weisbriach au nord, jusqu'aux limites de la Vénétie et de l'Istrie au sud, puis de Kirsbach à l'ouest jusqu'à Arnoldsheim et à Ratschach à l'est, à travers la vallée de la Gail qui court E., O., les mêmes dépôts, considérés dans leur ensemble, se présentent sous des aspects très différents dans les parties nord et sud de la région ainsi limitée.

Au nord de la Gail, les couches carbonifères succèdent aux micaschistes, et au-dessus viennent les couches de Werfen, puis les calcaires de Guttenstein. Du côté de la Drave ce sont ces mêmes couches de Werfen et de Guttenstein qui recouvrent les micaschistes, et elles sont surmontées d'abord par un calcaire gris, ensuite par une dolomie et les schistes marneux de Bleiberg. On y trouve l'*Halobia Lommeli*, les *Ammonites Johannis-Austriæ* et *floridus*. L'une des assises de ces schistes est surmontée d'un calcaire renfermant des fossiles de l'étage de Saint-Cassian. Enfin le tout est couronné par le calcaire de Dachstein qu'on a vu renfermer aussi à Bleiberg les minerais de plomb.

Dans la partie sud de la vallée de la Gail on observe, de bas en haut, des schistes micacés, un calcaire cristallin passant à la dolomie, des schistes avec des fossiles carbonifères, des grès et des calcaires également avec des fossiles carbonifères. Sur le versant méridional, aux schistes de Werfen reposant sur la série carbonifère, succèdent

---

(1) *Lagerungs Verhältnisse der Steinkohlen und der Trias-Gebilde in südwestlichen Theile von Kärnten* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, etc., vol. VII, p. 372, 1856. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 344).

les calcaires de Guttenstein, puis ceux d'Hallstadt et les dolomies. Près de Raibl cette dernière roche renferme les minerais de plomb. Au-dessus viennent des schistes calcarifères avec des empreintes de plantes, de poissons, des coquilles gastéropodes et des Ammonites, puis une couche marneuse, caractérisée par la *Cryptina raibliana*, Boué, des schistes marneux et des calcaires marneux et sablonneux avec beaucoup de fossiles, surtout la *Cypricardia antiqua*, la *Nucula Rosthorni*, l'*Isocardia carinthica* et d'autres formes de Saint-Cassian. Ces assises constituent un horizon distinct entre les couches d'Hallstadt et celles de Dachstein. L'auteur les désigne sous le nom de *couches de Raibl*, tandis que celles de Bleiberg, liées à l'étage d'Hallstadt et contenant des fossiles de Saint-Cassian, conservent la dénomination de *couches de Bleiberg*.

Coupe générale de M. de Hauer.

Ces diverses observations, faites dans les vallées supérieures de la Drave et de la Gail et au sud, autour de Raibl, ont été en quelque sorte complétées et coordonnées dans l'explication de la belle coupe due à M. F. de Hauer (1), coupe qui traverse toute la chaîne des Alpes du N. au S. depuis Passau, sur le bord du Danube, jusqu'à Duino, non loin de Trieste sur la côte de l'Adriatique. Nous reproduirons ici une partie des détails qui se rapportent à la Carinthie.

Lorsqu'on atteint la rive gauche de la Drave, dit l'auteur (p. 68), se montrent des rauchwackes, et sur la rive droite des masses calcaires qui s'étendent jusqu'en Tyrol. A l'est, celles-ci se continuent dans les montagnes où elles renferment le plomb de Bleiberg. En suivant la direction de la coupe dans la même vallée, le terme le plus inférieur du trias est composé de rauchwacke et du calcaire de Guttenstein. Ce n'est que vers l'est qu'il s'interpose, entre ce système et les schistes cristallins, une zone étroite de couches de Werfen. Les petites collines de rauchwacke plongent au N. ; sur la rive droite de la Drave, le calcaire de Guttenstein plonge au S., et au-dessus la montagne offre des calcaires et des dolomies de teintes claires, représentant les calcaires d'Hallstadt. Dans la pente méridionale du Jauken reparaissent, sous les dolomies, les calcaires de Guttenstein, puis l'étage de Werfen. L'*Encrinus liliiformis* et la *Rhynchonella decurtata* y sont signalées à une lieue et demie du point où passe la coupe.

Dans le fond de la vallée de la Gail, les schistes argileux micacés

---

(1) *Sitzungsb. der k. Akad. der Wissensch.*, vol. XXV, p. 253, pl. 1-4, 1857.

sont recouverts par les éboulis ; mais si l'on suit les chaînons vers l'E. on trouve, comme on l'a vu autour de Bleiberg, les relations stratigraphiques les plus compliquées. Au-dessus de ces calcaires du trias supérieur viennent le marbre coquillier et le calcaire de Dachstein avec les minerais exploités, tandis que sous les couches de Werfen affleurent les dépôts carbonifères. Au Jauken, la coupe montre le trias reposant sur des schistes micacés plus anciens encore.

Si de Feistritz (1) dans la vallée de la Gail on se dirige vers Torer-Sattel, à l'est de Raibl, on trouve à Saint-Daniel des schistes micacés qui se continuent à l'E.-S.-E., suivant la vallée en s'élargissant et se rétrécissant successivement pour disparaître ensuite sous des masses d'éboulis et d'alluvions. Le long de cette bande schisteuse, le profil donné par M. de Hauer traverse le pays à l'E. jusqu'à Feistritz, se dirige au S.-S.-O. vers Tarvis, puis au S. jusqu'à l'est de Raibl, mettant à découvert dans cette étendue des relations stratigraphiques d'une clarté qu'on rencontre rarement dans les Alpes.

La première masse qui frappe le regard au sud de Feistritz, à partir du fond de la vallée, est un calcaire semi-cristallin, en couches minces, limitant la dépression de ce côté et qui est le dernier terme ou mieux le plus inférieur de la série qu'on y observe. Au-dessus sont des schistes noirs ou gris-foncé, des grès et des conglomérats grossiers formant la pente nord du Kapinberg, s'étendant en une large zone à l'est et à l'ouest pour plonger rapidement au S. Ils renferment par places de nombreux fossiles (*Spirifer*), des empreintes de plantes, des traces de charbon ou d'anthracite, et sont, dans leur ensemble, parallèles au calcaire carbonifère. Les schistes, en passant à un grès, puis à un conglomérat quartzeux, deviennent très solides, et sont employés comme pierre à meule. Sur ce premier ensemble de dépôts apparaissent les termes les plus élevés de la formation carbonifère et un calcaire dolomitique, de teinte claire ou gris-foncé, très solide, avec des crinoïdes, et recoupé dans le profil au Kapinberg, de même que sur la pente méridionale du côté de Goggau.

Dans les Alpes du sud comme dans celles du nord, cette formation recouvre la grauwacke de transition et est recouverte à son tour

(1) Il ne faut pas confondre cette localité avec plusieurs autres du même nom, situées sur la rive droite de la Drave, au sud-est de Villach, plus au sud sur la Wochein, à l'est dans la vallée de la Mur, au nord de Grætz, etc.

par le trias qui commence avec les couches de Werfen. Dans la vallée de Gailitz, sur la chaussée de Tarvis, au sud d'Unter-Mayler où règne le calcaire carbonifère supérieur, on voit celles-ci s'étendre vers l'O., traversées par le profil à la descente méridionale du Kapinberg. Elles se prolongent beaucoup au nord, se rétrécissent ensuite et sont accompagnées de gypse et des fossiles caractéristiques de ce niveau. Les calcaires foncés de Guttenstein se montrent aussi au-dessus jusqu'au delà du ruisseau de Bombasch. Ils sont surmontés de calcaires colorés et de dolomies du trias supérieur, semblables aux roches signalées au nord du Jauken. Dans la partie nord de cette grande dépression où est situé Tarvis, le plongement est au S., tandis que dans la partie sud il est au N., et c'est l'inverse dans la portion méridionale jusqu'à la vallée de Längs. On n'y remarque point d'ailleurs de fossiles. Sous les dépôts de transport, dans la même vallée de Tarvis, affleurent les couches de Guttenstein, puis les schistes de Werfen formant une bande parallèle. Les porphyres rouges en venant au jour les ont partagés en deux masses : l'une au sud et l'autre au nord.

Avec les schistes verts et rouges il y a au sud-est de Tarvis des grès jaunes, et les roches ont été sensiblement modifiées au contact du porphyre. Celle qu'on a désignée comme une diorite près du Schlizabach, au sud de Raibl, n'est qu'un schiste de Werfen modifié ; elle est d'un vert foncé, stratifiée avec des veines de jaspe bleu, et le porphyre forme au-dessous une masse considérable. Au nord-ouest de Pontafel les fossiles sont nombreux (*Naticella costata*, *Myacites fassaensis*, *Avicula venetiana*). Dans la vallée de la Fella, le calcaire de Guttenstein alterne fréquemment avec les schistes et il est en outre très développé au nord et au sud de cette rivière.

Des calcaires gris-clair ou blancs, quelquefois de teintes foncées, avec des dolomies souvent cristallines, se montrent, d'après M. de Morlot, sur les roches précédentes. Leur inclinaison est au S., et des tiges de crinoïdes ou les vides qui les représentent s'observent çà et là. Leur âge ne peut être déterminé que par celui des couches qui les recouvrent immédiatement, et ce sont celles de Raibl, remplies de fossiles dont un certain nombre caractérisent aussi le trias supérieur de Saint-Cassian et d'Hallstadt.

D'après leur gisement on a vu que M. Foetterle les avait rapportés à ce dernier horizon, mais d'autres observateurs se sont bornés à les placer dans le trias supérieur des Alpes. En se guidant sur les Ammonites de la section des *globosi*, observées dans les calcaires

dolomitiques gris-clair de Paularo, au nord-ouest de Ponteba, cette assise serait le prolongement immédiat des dolomies situées au nord de Tarvis. Cependant près de Bleiberg les couches sont plus fossilifères, et, suivant M. Lipold, les calcaires magnésiens clairs, recouvrant l'étage de Guttenstein, sont surmontés à leur tour par le marbre opalin de cette localité. Or, ce dernier étant placé au niveau de l'étage de Saint-Cassian, il en résulte, comme on vient de l'indiquer, que le calcaire magnésien clair représenterait la dolomie de Tarvis. On y signale les *Ammonites Aon*, *Johannis-Austriæ*, *Gaytani*, *Jarbas*, et M. Hörnes y mentionne trois gastéropodes de Saint-Cassian.

On ne peut donc pas douter que ces calcaires dolomitiques ne fassent partie du trias supérieur, tel que le comprennent les auteurs que nous venons de citer. Ils formeraient dans cette région une division inférieure de la série caractérisée d'une manière différente, quoique certaines espèces soient identiques avec celles de couches placées au-dessus. Les géologues du pays ont cru pouvoir les désigner sous le nom de *couches d'Hallstadt*, mais l'observation ne justifie pas tout à fait cette dénomination, parce qu'on en conclurait que le trias supérieur de cette partie des Alpes se divise en deux étages : l'inférieur représentant les couches d'Hallstadt, le supérieur celles de Saint-Cassian.

D'après M. de Hauer, tout ce que l'on peut dire quant à présent, c'est que le trias supérieur des Alpes du nord, considéré dans son ensemble, est parallèle au trias supérieur du sud pris comme un tout ; conclusion qui ne préjuge pas nécessairement cette autre question que les véritables couches d'Hallstadt des Alpes de l'Autriche sont à elles seules les équivalents des couches triasiques supérieures du sud placées au-dessus de l'étage de Saint-Cassian.

Nous avons déjà rappelé (*antè*, vol. VII, p. 283-84) les détails donnés par M. Boué sur les environs de Raibl, ainsi que les fossiles qu'il a signalés dans les dépôts qui pouvaient être regardés alors comme jurassiques. Dans la vallée même et dans les hauteurs environnantes, à l'est et à l'ouest de la ville, M. Foetterle a surtout décrit les assises qui contiennent des schistes foncés, presque noirs, avec *Ammonites Aon*, *Halobia Lommeli*, de nombreux poissons (*Lepidotus sulcatus*, Heck.) et des plantes. Au-dessus sont des calcaires marneux brunâtres et des schistes marneux avec des coquilles acéphales et un petit nombre de gastéropodes dont quelques espèces, qui se trouvent dans les couches de Saint-Cassian, les ont

fait rapporter au même niveau ainsi que le marbre coquillier de Bleiberg. Cet ensemble de dépôts s'étend à l'est et à l'ouest de ce point; il est immédiatement recouvert par des calcaires et des dolomies très développés que traverse la coupe de M. de Hauer et qui appartiennent à l'étage de Dachstein ou lias inférieur.

Le gîte plombifère de Raibl est dans des conditions différentes de ceux de Bleiberg (1). Il semble appartenir à la dolomie des calcaires de Guttenstein. C'est un amas de 7 à 18 mètres d'épaisseur, dirigé E., O., et plongeant au S. Il est compris dans le calcaire à stratification concordante. La portion métallifère occupe une étendue de près de 37$^{m}$,94 de l'E. à l'O., et elle est interrompue ou coupée par des fentes transverses. Le gisement est exploité sur une hauteur verticale de 436 mètres, tant au-dessous qu'au-dessus du fond de la vallée, et dans le sens de son inclinaison. La roche encaissante est une dolomie blanche et grise d'aspect bréchoïde où la galène, la calamine et le zinc sulfuré sont disséminés. On y trouve aussi du fer sulfuré, plus rarement du plomb molybdaté et carbonaté, et de la baryte sulfatée.

Paléontologie des couches de Raibl.

Dans un mémoire spécial sur la faune des couches de Raibl, M. de Hauer (2) a fait voir que celles-ci sont continues depuis la vallée de Coritenza jusqu'aux pentes de Zucco di Boor, à l'ouest de Dogna dans la vallée de la Fella. Sur le côté droit de celle de Lahn, à l'est de Tarvis, au pied nord du Mannhart, leur position est un peu problématique. Elles passent brusquement sous les calcaires de cette montagne, et ont été séparées de celles de Coritenza par un bouleversement. En face, sur la gauche de la vallée, sont les schistes de Werfen. Vers l'est, M. Peters avait reconnu ces mêmes dépôts dans les schistes ferrugineux et gris que M. de Mor-

(1) *Coup d'œil géol. sur les mines de la monarchie autrichienne*, par MM. de Hauer et Foetterle, p. 48, 1855. — La coupe générale dont nous venons de parler, comme le texte qui l'accompagne, quoique d'une date récente, laissent encore quelque incertitude à cet égard. — Voy. aussi : Phillips, *Carte des environs de Bleiberg* (*Ann. des mines*, 4$^{e}$ sér., vol. VIII, pl. 5, 1845).

(2) *Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna d. Raibler Schichten* (*Zitzungsber. d. math. naturw. Classe d. k. Akad.*, vol. XXIV, p. 537, avec 6 pl., 26 mars 1857. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 124). — Voy. aussi : Hörnes, *Ueber einige neue Gasteropoden aus den Östl. Alpen* (*Denkschr. d. math.-naturw. Classe d. k. Akad. d. Wissensch.*, févr. 1855. — Vol. X, 1856, 3 pl. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XII, p. 24 des *Notices*, 1856).

lot avait signalés sur les pentes du Beusca et du Stou, ainsi que dans la vallée de Lepeina. M. Stur a également constaté leur présence à Naplanina, à l'ouest d'Oberlaibach, et au nord-est près de Loog. Plus au nord, où ces assises paraissent manquer, elles sont représentées par celles de Bleiberg et en particulier par le marbre coquillier opalin, qui en diffère cependant par l'abondance des céphalopodes dont un certain nombre se rapprochent plus de ceux des véritables couches de Saint-Cassian que de ceux de Raibl même.

La plupart des espèces indiquées dans cet horizon, que l'auteur a, comme on l'a vu, poursuivi au sud, dans le Tyrol et la Lombardie (*antè*, p. 292-296), sont encore peu connues ; il ne donne que celles dont l'état des échantillons a permis une détermination exacte et dont la plupart sont propres à la localité. Ce sont : *Nautilus*, *Ammonites Johannis-Austriæ*, *A. Aon*, *Turritella*, *Natica*, *Solen caudatus*, Hau., *Corbula Rosthorni*, Boué, *Megalodon corinthiacum* (*Isocardia*, id. Boué), *Cardinia problematica* (*Unio*, id. Klipst.), *Pachycardia rugosa*, Hau. *Corbis Mellingi*, id., *Myophoria Kefersteini*, Bronn (*Trigonia* id., Munst., Cur., *Lyrodon*, id., Gold., *Cryptina Raibliana*, Boué, Hau., Stur, Foett., *Myophoria raibliana*, Mér., Esch., *Trigonia vulgaris*, Cur., Gir., *T. Okeni ?*, Eichw.), *Myophoria Whatleyæ*, Mér., Esch. (*Trigonia*, id., de Buch, Cur., *M. inæquicostata*, Klipst., *Lyriodon Curioni*, Corn.), *Myophoria elongata*, Wissm., *Nucula sulcellata*, id., *Myoconcha lombordica*, Hau., *M. Curioni*, id., *Perna Bouei*, id. *Gervillia bipartita*, Mér., *Pecten filosus*, Hau., *Cidaris dorsata*, Bronn, et peut-être le *C. alata* Ag.?

Dix des espèces figurées et décrites ici sont caractéristiques de ces dépôts ; 6 se retrouvent dans d'autres couches du trias supérieur et particulièrement dans celles de Saint-Cassian (*Cardinia problematica*, *Pachycardia rugosa*, *Myophoria Whatleyæ*, *M. Kefersteini*, *Nucula sulcellata*, *Cidaris dorsata*). La *Myophoria Whatleyæ* existe aussi dans les dolomies supérieures.

Quoiqu'on puisse regarder comme certain que ces dépôts coquilliers de Raibl sont le terme le plus élevé du trias alpin, là où il existe, cependant le caractère général de leur faune les distingue assez de celle de Saint-Cassian pour qu'il soit utile de leur conserver un nom local. En effet, les espèces communes aux deux pays ne sont pas aussi répandues à Saint-Cassian qu'à Raibl, et la circonstance la plus digne d'être notée est la prédominance des acéphales sur toutes les autres classes à Raibl, où les gastéropodes et

les céphalopodes si répandus à Saint-Cassian n'ont au contraire offert que quelques traces, et où manquent les brachiopodes.

Plus récemment encore, M. G. Bronn (1) s'est occupé de la faûne et de la flore fossile des environs de Raibl. Après avoir rapporté les divers travaux dont cette localité avait été l'objet, surtout dans ces dernières années, il a mis en regard les deux coupes théoriques suivantes : l'une du trias des Alpes orientales dont nous nous occupons, l'autre du trias du Tyrol septentrional et de la Bavière que nous reproduirons aussi par avance.

Dans la première région, au-dessous du quatrième étage du lias représenté par les couches du Starhemberg, de Dachstein, de Kössen, etc., le trias se diviserait comme il suit :

Trias.
- 1. Couches de Raibl. (Couches à *Cardita crenata* de la Bavière.)
  - *a*. Calcaire gris avec *Cryptina*, *Corbula Rosthorni* et une coquille décrite par M. Boué, rappelant une espèce de Saint-Cassian.
  - *b*. Schistes avec *Ammonites Aon*, poissons et restes de plantes ayant les caractères de celles des marnes irisées.
- 2. Couches d'Hallstadt et de Bleiberg, avec *Monotis salinaria*.
- 3. Couches de Guttenstein (muschelkalk).
- 4. Couches de Werfen (grès bigarré).

D'après M. Gümbel, le trias du Tyrol septentrional et de la Bavière présente les divisions suivantes :

Trias.
- 1. Dolomie et schistes à poissons de Seefeld (position incertaine; peut-être sous les nos 2 ou 3).
- 2. Couches à *Halobia* (*H. Lommeli* ou *H. salinarum ?*).
- 3. Couches à *Cardita crenata ; Ammonites Johannis-Austriæ*, *Spondylus* (*Plicatula*) *obliquus*, *Ostrea montis Caprilis*, *Terebratula vulgaris*, *Pentacrinus propinquus*, *Cidaris dorsata*, *C. ornata*. (Espèces toutes communes à Saint-Cassian.)
- 4. Couches d'Hallstadt, avec *Monotis salinaria*.
- 5. Calcaire de Guttenstein (muschelkalk).
- 6. Couches de Werfen (grès bigarré), avec quelques plantes des marnes irisées.

Il résulte de ces comparaisons que les couches à *Cardita crenata* sont parallèles à l'étage de Saint-Cassian, et que les schistes à poissons de Raibl placés dessous sont cependant supérieurs aux couches d'Hallstadt, tandis qu'en Tyrol la position des schistes à

(1) *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 1 et 129, 9 planches.

poissons de Seefeld est encore douteuse. Les calcaires de Raibl sont au-dessus des schistes, bien qu'ils n'aient de commun avec l'horizon de Saint-Cassian qu'une *Myophoria*. Les fossiles de ces schistes sont tous différents de ceux des calcaires qui ne renferment, comme on l'a vu, que des mollusques, tandis que les premiers n'ont présenté que des crustacés, des poissons et des plantes.

M. Bronn décrit ensuite, parmi les poissons : le *Belonorhynchus striolatus*, le *Pholydophorus typus* appartenant à deux genres nouveaux, un ganoïde indéterminé, le *Thoracopterus Niederristi*, nov. gen ; parmi les crustacés : le *Bolina raiblana*, nov. sp., l'*Æger crassipes*, nov. sp., le *Bombus? Aonis*, nov. sp. ; parmi les plantes : le *Nœggerathia vogesiaca*, nov. sp., un genre encore indéterminé, le *Phylladelphia strigata*, nov. gen., un fragment indéterminé de monocotylédone, le *Voltzia heterophylla*, Brong., le *Pterophyllum minus*, id., le *Tœniopteris marantacea*, Presl. *in* Sternb., et un genre indéterminé de fougère. M. A.-E. Reuss (1) s'est aussi occupé des crustacés de cette localité, et a décrit le *Stenochelus triasicus*, le *Tetrachela raiblana* (*Bolina*, id., Bronn), ainsi que l'*Æger crassipes* et le *Bombus ? Aonis* déjà nommés.

Carinthie orientale, Styrie et Carniole. — Travaux récents de MM. Lipold, Hoyot, Roll, Stur, etc.

Si nous nous dirigeons actuellement à l'est, nous verrons que M. Lipold, dans son explication d'une coupe géologique de la Carinthie orientale (2), a donné d'abord le tableau des fossiles des assises supérieures du trias de cette région, puisqu'il a étudié et décrit successivement les étages ou divisions de Bleiberg, d'Hallstadt, de Guttenstein, ainsi que les couches carbonifères de la vallée de la Gail.

Les *couches de Bleiberg*, dit-il, manquent à Stou et à Koschutta, tandis qu'elles existent dans les dépôts triasiques du nord où elles sont représentées par des argiles schisteuses noires, des marnes argileuses foncées, des grès doléritiques gris, bruns et verts, des calcaires bréchoïdes ou noduleux gris et bruns, des oolithes grises, noires ou brunâtres, enfin par des calcaires divers remplis de fossiles mal conservés. Il résulte du tableau des 32 localités indiquées

(1) *Fossile Krebse aus den Raibler-Schichten in Kärnten* (*Beiträge zur Paläontographie von Oesterreich*, in-4°, p. 1, 1 pl., 1858. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 504). — Voy. aussi : H. v. Meyer, sur l'*Eryon raiblanus* (*Palæontograph.*, etc., fasc. 7, p. 27, pl. 3, 1859).

(2) *Erläuterung. geologisch. Durchsnitte*, etc. (*Jahrb. de k. k. Geol. Reichsanst.*, vol. VII (7 *Jahrgang*), n° 2, p. 337, 1856). — *Neu. Jahrb.*, 1857, p. 614.

par l'auteur, que ce système de couches correspond sensiblement à celui de Saint-Cassian, et que quelques espèces, telles que la *Spiriferina gregaria*, Suess, l'*Halobia Lommeli*, Wissm., les *Ammonites floridus*, Klipst. et *Aon*, Münst., dénotent le trias supérieur. Leur puissance ne dépasse pas ordinairement 10 mètres et quelquefois elle est beaucoup moindre. Elles reposent sur les couches dites d'Hallstadt, et représentent ainsi, dans la Carinthie orientale, la partie supérieure du trias alpin.

Les fossiles de l'étage d'Hallstadt sont peu répandus dans ce même pays. On cite dans un calcaire rouge l'*Ammonites subumbilicatus*, Bronn, et la *Terebratula Ramsaueri* qui appartiennent à cet horizon. La puissance totale du trias supérieur ne serait pas moindre de 800 à 900 mètres, et sa place, entre les calcaires de Dachstein au-dessus et ceux de Guttenstein au-dessous, est nettement indiquée. Dans le voisinage de la vallée de la Drave, dans la partie nord de la Carinthie orientale, des roches fragiles, sans fossiles, appartiennent encore à ce même niveau qu'on retrouve à l'ouest d'Eisen-Cäppel. Les mollusques gastéropodes sont très nombreux ainsi que les *Ammonites Aon*, *Johannis-Austriæ*, *Jarbas*, *Gaytani*. Partout les strates reposent sur l'étage de Guttenstein, et sont recouverts par celui de Bleiberg à stratification concordante. Les calcaires de l'étage d'Hallstadt renferment principalement les minerais de plomb exploités dans cette province (1).

Un calcaire noir avec chaux carbonatée et dolomie représente l'étage suivant ou de *Guttenstein*, auquel succèdent des grès rouges et des conglomérats de celui de Werfen. Le tout, constituant la division inférieure du trias, suivant la classification des géologues du pays, se montre aussi au nord de la Drave où manquent la division supérieure, le lias et les calcaires jurassiques (2). Au sud de cette rivière, M. Lipold (3) a trouvé, dans le grès de Bodenthal, de la même série inférieure, la *Naticella costata*, la *Posidonomya Claræ*, Emm., le *Ceratites cassianus*, la *Myacites fassaensis*, l'*Avicula Albertii*, Münst., le *Pecten Fuchsi*, Hau., qui existent aussi sur d'autres points, avec l'*Avicula venetiana*, Hau.; etc., formes qui toutes appartiennent à l'étage de Guttenstein ou à celui de Werfen. Ce dernier recouvre les dépôts de la vallée de la Gail,

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, etc., vol. VI, p. 169, 23 janv. 1855. — *Ibid.*, vol. VII, 2e part., 1856.
(2) *Ibid.*, vol. V, p. 893, déc. 1854.
(3) *Ibid.*, vol. VI, 2e livr., 1856.

proprement dits, décrits par MM. de Rosthorn et Canaval comme étant des grauwackes, des schistes et des calcaires de transition inférieurs, mais qui dépendent en réalité du système carbonifère.

Celui-ci a été décrit dans un mémoire subséquent du même géologue (1) qui, en traitant de la Carinthie supérieure, s'est également occupé de la formation triasique de la région dont nous parlons. Il divise toujours cette grande série de dépôts en deux parties, constituant ensemble plus de la moitié de la masse des montagnes, et dont nous indiquerons les caractères en renversant l'ordre de bas en haut qu'a suivi l'auteur.

Le *trias supérieur* est composé de calcaires, de dolomies, de schistes et de grès tuffacé (*Sandstein-Tuff*). Les calcaires, en couches épaisses, sont de teintes claires ou foncées, blancs, gris, jaunes, rougeâtres ou marbrés. Ceux de teintes noires accompagnent les grès schisteux et tuffacés sous formes de grandes masses. Les dolomies sont toujours claires, blanches, saccharoïdes, massives, puissantes et sans stratification apparente. Les schistes, sableux ou terreux, gris, bruns, noirs ou jaunâtres, ont quelquefois l'aspect de tuff. Les grès fins ou à gros grains sont, sur certains points, de véritables conglomérats, ou prennent un aspect porphyrique. Les tuffs de teintes verdâtres, parfois jaunes ou bruns, ont aussi un aspect doléritique. Ils contiennent du quartz horstein, du feldspath, du jaspe, de la cornaline, rarement des horsteins gris.

(P. 216.) La coupe N., S., de Sturmosche à Voiska et à la vallée d'Idriza, montre la série complète des roches sédimentaires du pays. Ce sont, en allant de bas en haut, les couches carbonifères de la vallée de la Gail (Gailthal) recouvertes, à stratification discordante, par celles de Werfen auxquelles succèdent régulièrement les calcaires de Guttenstein, les dolomies stratifiées, la dolomie massive, les calcaires jaunes, gris et noirs, les grès doléritiques compactes, les schistes noirs avec des fossiles de Saint-Cassian, (*Cidaris Haussmanni*, Wissm., *Halobia Lommeli*, id., etc.), le grès tuffacé et les conglomérats, les dolomies en partie stratifiées, avec *Megalodon triquetrum* du lias (calcaire de Dachstein), enfin, les calcaires crétacés accompagnés de conglomérats.

---

(1) *Bericht über die Geol.*, etc. (*Ibid.*, vol. VIII, n° 2, p. 205, 1858). — *Beiträge z. geol. Kenntniss des östlichen Kärntens* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, vol. VII, p. 332, 1859. — *Neu. Jahrb.*, 1859, p. 476).

Une seconde coupe prise à l'est d'Idria, vers l'ancienne chaussée de Laibach, et de Licker à Podolnik, offre une série de couches plus compliquée. A mi-côte, on voit les schistes et les grès tuffacés compris entre les calcaires noirs, et au-dessus de la dolomie massive on retrouve ces mêmes schistes avec les tuffs recouverts par les calcaires noirs supportant Podolnik. Les fossiles de l'étage de Saint-Cassian existent surtout dans les calcaires noirs ou clairs et dans les calcaires bitumineux du sommet. Ce sont des bivalves encore indéterminées qui se rencontrent également à Saint-Cassian et à Raibl. L'*Halobia Lommeli* est connu dans les grès tuffacés, et ses diverses formes se continuent dans les véritables couches d'Hallstadt.

M. Lipold rapporte les dolomies stratifiées de la première coupe au trias inférieur, et les dolomies non stratifiées de la seconde au supérieur, de sorte que les couches de Saint-Cassian et celles d'Hallstadt sont ici tellement rapprochées qu'il est difficile de les distinguer. Les calcaires noirs fossilifères, les schistes, les tuffs et les grès doléritiques représenteraient le premier de ces étages, et les calcaires de teintes claires avec les dolomies non stratifiées, le second, séparation que l'auteur a reproduite dans le coloriage de sa carte. Les points des environs d'Idria où ils sont tous deux le mieux caractérisés sont d'ailleurs signalés avec soin. L'étage d'Hallstadt le plus développé est formé par les masses dolomitiques non stratifiées qui surmontent les couches de Guttenstein aux environs de la ville même. Plus bas, sont celles de Werfen et les assises carbonifères. La série de Saint-Cassian est au contraire peu puissante et ne dépasse pas 30 mètres, tandis que la précédente, dans le voisinage de Stein, constitue des crêtes de montagnes qui atteignent près de 1600 mètres d'altitude.

Le *trias inférieur* comprend ici des schistes, des grès, des conglomérats et des calcaires avec des rauchwackes et des dolomies. Les schistes sont gris et les conglomérats d'un rouge de sang, ou violet, plus rarement rouge brique. Ce sont les équivalents du grès rouge et des schistes de Werfen qui se montrent si constants dans les Alpes du sud et du nord. Au-dessus, la couleur change; les schistes sont jaunâtres, brunâtres, gris-verdâtre, avec du mica blanc disséminé partout. Les grès et les conglomérats ont un ciment rouge peu abondant. Des calcaires y sont associés comme les dolomies et les rauchwackes; ils alternent d'abord vers le haut et les recouvrent ensuite sur une grande épaisseur. Ces dernières roches

représentent les calcaires de Guttenstein dans les Alpes du nord. Les calcaires en nodules aplatis forment des lits séparés par des schistes renfermant des fossiles déformés (*Naticella costata*). Sur certains points, la dolomie remplace le calcaire de Guttenstein proprement dit, le calcaire noduleux magnésien, et se présente sous l'aspect de brèche. En général, ces assises passent vers le haut à des dolomies en couches minces, régulières, ce qui les fait placer encore dans cette division inférieure du trias. Les rauchwackes s'observent rarement dans le voisinage immédiat des couches de Werfen.

Les fossiles suivants abondent à la fois dans ces dernières et dans celles de Guttenstein, surtout à la jonction des deux systèmes où leurs couches alternent : *Ceratites cassianus*, Quenst., *Ammonites binodosus*, Hau., *Naticella costata*, Münst., *Turbo recte-costatus*, id., *Myacites fassaensis*, Wissm., *Posidonomya Claræ*, de Buch, *P. aurita*, Hau., *Avicula venetiana*, id., *Pecten marghorita*, id., et divers autres gastéropodes, acéphales et crinoïdes. Les environs de Semla, de Sennkova, de Grappa et la pente orientale du Sturmocke dans la vallée de Kammonela sont les localités où ces fossiles sont le plus nombreux.

Ces deux divisions du trias inférieur forment des chaînes considérables dans les montagnes de l'ouest. A la jonction de la plus ancienne et des couches carbonifères de la vallée de la Gail, se rencontrent les minerais de mercure, de cuivre et de fer. Le mercure s'exploite à Saint-Thomas où de petites couches de gypse accompagnent le minerai.

D'après les ingénieurs autrichiens, les gîtes de mercure d'Idria seraient dans la formation carbonifère surmontée du trias. La coupe présenterait de haut en bas, en commençant au-dessous du grès bigarré ou des couches de Werfen (1). Gîtes de mercure d'Idria.

1. Schistes gris passant au noir et renfermant du mercure (*Silberschiefer*).
2. Brèche calcaire imprégnée de cinabre.
3. Schistes noirs bitumineux, luisants (*Lagerschiefer*), renfermant la plus grande partie du minerai de cinabre.
4. Calcaire marneux ou arénacé, clair, avec des traces de cinabre.
5. Calcaire gris-brun.

Toutes ces assises sont concentriques aux pentes de la vallée, au

(1) *Coup d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne*, p. 43, 1855.

fond de laquelle se trouve la ville, de sorte que leur direction diffère pour ainsi dire à chaque pas. On a extrait, en 1852, 15 680 000 kilogrammes de minerai et de *schlich* donnant en moyenne 1 $\frac{9}{10}$ p. 100 de mercure. Le produit de ce métal a été de 140 784 kilogrammes.

A Pizaje, au nord-est d'Idria, un schiste calcaire grisâtre, subordonné aux couches de Werfen, renferme des amas lenticulaires de quartz et de calcaire spathique avec cuivre sulfuré et galène. Il en est de même à Novine. Sur la commune de Seeland, au sud-ouest de Kappel, un riche gisement de galène argentifère et de zinc sulfuré aurifère a été récemment découvert dans un calcaire du trias semblable au calcaire galénifère des environs (1).

Vers le même temps, M. E. Huyot (2) décrivait aussi sommairement les diverses roches qui constituent les environs d'Idria. Leurs relations sont à peu près indiquées dans ses coupes, et leur étendue superficielle est exprimée sur une petite carte, mais l'auteur ne se prononce sur l'âge d'aucune d'elles. Il établit la série suivante en allant de haut en bas :

1. Calcaire des cavernes (*Hölen-Kalk*), jaune, très développé dans les Alpes de la Carinthie.
2. Calcaire gris-foncé, peu épais (muschelkak), assez semblable au précédent.
3. Calcaire noir fétide (*Stinkstein*), solide, se voit sur le chemin d'Ober-Laibach et sur d'autres points.
4. Conglomérat calcaire, épais, à découvert sur le même chemin et surmonté d'un poudingue à ciment rouge.
5. Grès rouge (*rother Sandstein*) à gros grains ou à grains fins. à ciment peu abondant. Dans la montagne de la Madeleine, les teintes verdâtres et jaunâtres rappellent celles du grès bigarré.
6. Schistes argentifères avec un peu de mercure. Ils diffèrent de ceux du n° 8, placés plus bas, par leur teinte moins foncée; ils sont plus luisants et ils atteignent par places une épaisseur de 80 mètres.
7. Conglomérat calcaire, à ciment rougeâtre, occupant les talus de la montagne.
8. Schistes avec mercure sulfuré, noirs et variables suivant la quantité du minerai, très bitumineux et renfermant de l'idriolite qui s'enflamme au contact de l'air; on y trouve un peu de calcaire, des cristaux de gypse et de chaux carbonatée.
9. Grès vert, solide, très siliceux, schisteux par places et peu épais.

---

(1) *Ibid.*, p. 44-45.
(2) *Notice sur la mine et l'usine d'Idria* (*Ann. des mines*, 5ᵉ sér., vol. V, p. 7, 1854. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 465).

10. Calcaire gris-foncé, très solide, à cassure esquilleuse, constituant une montagne entre Idria et la Salza. Il est régulièrement stratifié et sa direction est celle de la montagne de la Madeleine.

La place de ces diverses assises ne paraît pas d'ailleurs bien rigoureusement déterminée dans cette coupe, et, de ce que leur direction est E. 36°, S. à l'O. 36° N., que l'auteur croit être celle assignée au système de soulèvement du Thuringerwald (1), il en conclut qu'elles sont antérieures aux dépôts jurassiques; conclusion appuyée sur un motif de peu de valeur ici, et que l'absence de fossiles ne vient ni confirmer ni infirmer. Mais, si l'on tient compte de la constitution géologique générale du pays et que l'on compare cette coupe à la précédente supposée exacte, on peut admettre que les assises 1 à 5 inclusivement appartiennent au trias.

Dans ses recherches sur le pays situé entre Ehrenhausen, Schwamberg, Windisch-Feistritz et Windisch-Grätz, M. F. Rolle (2) signale les couches de Werfen et de Guttenstein des deux côtés de la Drave et surtout au sud où elles sont le plus développées. Au pied du Bacher se montrent des assises crétacées à rudistes. De la Drave au Jarz-Kogel les roches cristallines sont par places recouvertes de schistes argileux, luisants, détruits et ravinés en partie. L'étage de Werfen, puis des calcaires et des dolomies et un grès rouge solide, constituant le Jarz-Kogel lui-même, affectent l'apparence du grès de Werfen des Alpes du nord et du grès bigarré de l'Allemagne. Au nord-ouest un monticule que couronne une église est formé de calcaire gris et de dolomie. Sur le chemin du Jarz-Kogel à Heilige-Geist, ces mêmes roches s'observent au-dessus du conglomérat rouge du grès de Werfen. Ces dolomies et ces calcaires seraient des représentants de l'étage de Guttenstein ou du muschelkalk du nord.

En dirigeant ses études plus à l'est et au sud, entre Weitenstein, Windisch-Grätz, Cilli et Oberburg, le même géologue (3) a décrit encore les schistes de Werfen, les grès et les calcaires de Guttenstein avec des dolomies occupant des surfaces considérables et recouvertes sur plusieurs points par le lias ou des dépôts jurassiques

---

(1) La direction du système du Thuringerwald est O.10° N., E.10° S.

(2) *Geologische Untersuchungen in der Gegend*, etc. (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, etc., vol. VIII, n° 2, p. 266, 278 (avril, mai, juin), 1857.

(3) *Ibid.*, vol. VIII, p. 436, 1857.

plus récents (montagne de Sulzbach près Ursula et peut-être dans le Golding-Alp). L'auteur qui donne des détails assez précis sur plusieurs de ces points, cite la *Naticella costata* et le *Ceratites cassianus* non loin de Grobling, et renvoie pour les environs d'Oistrizza aux travaux de MM. Peters et Lipold que nous avons exposés.

Dans la grande vallée longitudinale de la Carniole, suivant M. D. Stur (1), le calcaire de Guttenstein passe à un calcaire gris, puis blanc, et atteint une épaisseur de près de 1000 mètres. Il renferme la *Terebratula vulgaris*, un *Pecten*, l'*Halobia Lommeli*, l'*Encrinus liliiformis*, des *Myophoria*, etc. Vers le haut, les calcaires gris et noirs alternent avec des marnes et renferment la *Cryptina raiblana*, puis viennent des schistes noirs avec des plantes et des poissons. Parmi les assises assimilées au *grès du Keuper* et au calcaire d'Hallstadt, tantôt ce sont des grès et des schistes, tantôt des calcaires qui prédominent. Les premiers se distinguent peu du grès bigarré et alternent aussi avec des marnes et des calcaires qui ressemblent aux calcaires à *Naticella*, sauf qu'ils sont en couches plus minces. Un seul fossile indéterminable y a été rencontré. Les calcaires d'Hallstadt, en bancs épais ou non stratifiés, de 800 à 900 mètres d'épaisseur, sont dolomitiques, renferment parfois l'*Halobia Lommeli* et des marbres rouges subordonnés, avec *Ammonites Aon*, *Johannis-Austriæ*, *tornatus*, *Orthoceratites alveolare* et *dubium*, Hau.

Comme d'autres auteurs l'avaient déjà pensé, M. Stur admet que les porphyres rouges des Alpes ont fait éruption avant le dépôt du trias; les diorites et les porphyres dioritiques seraient venus au jour entre le dépôt du grès bigarré et celui du muschelkalk. Dans la Carniole, les couches triasiques s'élèvent jusqu'à 2000 mètres au-dessus de la mer et affectent une allure indépendante de celles de la formation carbonifère. Les grès rouge-brun deviennent de plus en plus fins à mesure qu'on s'élève dans la série et passent à des schistes avec des Cératites, *Myacites fassaensis*, *Naticella costata*, *Halobia Lommeli*, etc. Ces grès passent aussi à des conglomérats porphyriques, renfermant encore des calcaires subordonnés carac-

(1) *Die geol. Verhältn. der Thäler der Drau, Isel, Möll und Gail*, etc. (*Jahrb. der k. k. geol. Reichanst.*, etc., vol. VII, p. 405, 1856). — Voy. aussi : Peters, *Gyps-Lager in der Umgegend von Lüngenfeld in Krain* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, vol. VII, p. 181. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 219).

térisés par la *N. costata*. Le gypse paraît être très développé dans le voisinage des couches qui représentent le muschelkalk.

Les localités de Windisch-Bleiberg, d'Obir et de Petzen, au sud de Klagenfurt, appartiennent à la troisième région plombifère indiquée ci-dessus (p. 348, *nota*). Les minerais de plomb s'y trouvent dans un calcaire dont les rapports stratigraphiques comme les fossiles marquent sa place au niveau du calcaire d'Hallstadt ou du trias supérieur. Dans la chaîne de Petzen son épaisseur atteint 316 mètres. Sa direction est S.-E., N.-O., et son inclinaison de 40° à 50° au N.-E. (1). **Observations sur les gisements de minerais.**

Les minerais n'existent que dans une partie limitée de cette grande assise. Tantôt la galène y est disséminée en nids, tantôt elle imprègne complétement la roche. La richesse minérale se concentre particulièrement sur les filons verticaux courant E., O., et traversant le calcaire métallifère, sans pénétrer toutefois dans le calcaire stérile du toit et du mur. La gangue des filons est une terre glaise, brune, mélangée de fragments anguleux de calcaire. La galène argentifère s'y trouve en veinules ou en masses sphéroïdes, d'un ou de plusieurs pieds de diamètre, environnées de terre glaise. Les filons traversent rarement, sans interruption, toute l'épaisseur de la couche plombifère. De fréquents dérangements s'observent au contact des plans de joint ou de la stratification. Ces caractères se retrouvent dans les diverses exploitations de ce district qui comprend les mines de Windisch-Bleiberg, du mont Obir, du nord-ouest, du nord et de l'est de Kappel, du sud de Bleibourg, de Schwarzenbach, etc.

Enfin à Schönstein, au nord-ouest de Cilli, la galène, le sulfure de zinc, la calamine et l'oxyde de zinc spathique se trouvent dans un calcaire semblable à celui des montagnes environnantes, et rangé encore dans le trias. Quant au minerai de zinc de Kopriusch, sur la commune de Lichtenwald à l'ouest de Reichenberg, il est dans un calcaire dont l'âge n'est pas encore déterminé.

En 1852, les mines de la Carinthie ont produit 59 418 quintaux de plomb (3,316,408 kilog.), dont 41,000 (2,296,000 kil.) ont été

(1) *Coup d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne*, par MM. Fr. de Hauer et F. Foetterle, avec une *Introduction* par G. Haidinger, traduit de l'allemand par le comte A. Marschall, et publié par le comité I. et R. pour l'exposition universelle de Paris, en 1855, petit in-4°, p. 48. Vienne, 1855.

fournis par la zone de Bleiberg; 7000 (392,000 kil.) par celle de Raibl; 11 409 (638,400 kil.) par la Carinthie inférieure. Plus de 5000 à 6000 quint. (280,000 à 366,000 kil.) de zinc sulfuré de Bleiberg et de Raibl ont été traités à l'usine de Sagor. En 1853, la production du plomb a atteint 70 627 quintaux [3,965,112 kil.] (1).

Nous avons déjà donné pour les provinces Illyriennes un *Appendice bibliographique* auquel nous renvoyons le lecteur (voy. vol. VII, p. 290.)

### § 2. — Alpes de l'Autriche et du Salzbourg.

Observations générales.

Les dépôts triasiques du versant nord des Alpes n'ont pas moins exercé la sagacité des observateurs que ceux des périodes précédentes dont nous nous sommes occupé. Pour fatiguer le moins possible l'attention en traitant d'un sujet aussi complexe et où les répétitions ne peuvent être évitées sans courir le risque de devenir obscur ou d'être mal compris, nous n'examinerons dans cette section que le trias des Alpes de l'Autriche proprement dites et de celles du Salzbourg qui en font partie. La section suivante comprendra ceux de ces dépôts qui se continuent à l'ouest, à travers le Tyrol septentrional et le Vorarlberg.

Comme sur le versant méridional de la chaîne et dans les provinces Illyriennes, on reconnaît que de ce côté les sédiments de cet âge sont excessivement découpés et interrompus par mille accidents. Il en résulte que, quelle que soit la direction dans laquelle on marche, on passe à chaque instant d'un dépôt à un autre, et qu'il faut l'attention la plus soutenue pour ne pas se perdre dans ce labyrinthe stratigraphique produit de nombreuses dislocations. Aussi ce n'a été qu'après de bien longues études comparatives que les résultats suivants ont pu être obtenus, que ce réseau compliqué de tant d'éléments divers a pu être éclairci.

Cartes géologiques.

D'après les cartes géologiques anciennes, il était impossible de soupçonner cette étrange complication du sol des Alpes du nord. Ainsi, sur la carte jointe au mémoire de MM. Sedgwick et Murchison, une zone étroite, presque continue de grès rouge et de calcaire magnésien, se voit à la jonction des schistes cristallins ou de transition et de la série jurassique, depuis Neustadt dans la vallée de

(1) *Ibid.*, p. 47.

la Leytha jusqu'à Schwaz à l'est d'Innspruck. Sur la carte d'Europe de M. de Dechen, cette zone n'existe pas ; ce n'est qu'entre la vallée de l'Inn et celle de l'Acher qu'un lambeau allongé représente le *grès bigarré*. Sur la carte générale de l'Autriche ce même lambeau est plus étendu vers l'E. jusqu'au delà d'Hochfilzen. On en observe plusieurs autres en remontant la rive droite de l'Inn, aux environs d'Erl, de Niederendorf, de Sachrang, entre Kössen et Griesnau, puis de Worgl à Schwaz, à l'est, autour de Berchtesgaden, non loin d'Abtenau, enfin à l'est et à l'ouest de la Salza. Tout le reste, des environs de Vienne à la rive gauche du Rhin, est colorié comme *calcaire alpin*, sauf quelques îlots rapportés à la craie de Gosau.

La comparaison de cette carte qui a paru en 1845 avec celle qu'à publiée M. de Hauer en 1855, juste dix ans après, donne la mesure du progrès de la science dans ce laps de temps. C'est pendant cette courte période qu'ont été en partie vaincues les difficultés que présentait la stratigraphie de ce pays. La carte géologique de l'Europe par A. Dumont a rendu cette disposition déchiquetée du trias aussi bien que la petitesse de son échelle le permettait ; il n'en est pas de même de celle de MM. Murchison et Nicol où l'on a figuré des zones continues peu en rapport avec les faits connus. Il en est encore ainsi du *coup d'œil général sur le système des Alpes*, représenté dans la carte annexée au premier volume de la *Géologie de la Suisse*, par M. Studer. La bande du trias s'y montre sans interruption, entre les dépôts jurassiques au nord et les roches de transition ou cristallines au sud, depuis la vallée de la Leytha jusqu'au Rhin.

**Premières recherches de M. de Hauer.**

Lorsque M. F. de Hauer (1) commença à s'occuper des roches triasiques de l'Autriche, les marbres coquilliers d'Hallstadt (2), localité située sur le lac du même nom, dans la vallée supérieure de la Traun au sud-est de Salzbourg, avaient été déjà étudiés par Lill de Lilienbach (3) qui les avait rapportés à la formation jurassique, par M. Bronn (4) qui les avait regardés comme du lias, par

(1) *Die Cephalopoden des Salzkammergutes*, etc. Les céphalopodes du Salzkammergut ou région salifère, qui se trouvent dans la collection de S. E. le prince de Metternich, in-4° avec 11 pl. Vienne, 1846. — *Berichte über die Mittheil. von Frunden der Naturwiss. in Wien*, vol. I, p. 59, 1846.

(2) Nous avons continué à écrire ce nom comme dans les volumes précédents ; nous ne savons par quel motif les géologues de Vienne ont, dans ces derniers temps, adopté l'orthographe d'*Hallstatt*.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1830, p. 20.

(4) *Ibid.*, 1832, p. 181.

M. Quenstedt (1) qui les avait placés dans le groupe crétacé néocomien, etc. Ces diverses opinions étaient fondées sur la présence de certaines formes organiques assez différentes qui s'y trouvaient associées dans les mêmes bancs. Des *Orthoceratites*, des *Clymenia*, des *Goniatites* semblaient annoncer un dépôt de l'époque paléozoïque ; les *Ammonites salinarius*, *discoides*, *bicrenatus*, avec certains Nautiles et des corps pris pour des Bélemnites indiquaient la période jurassique, tandis que des Ammonites hétérophylles, rappelant la faune néocomienne, autorisaient en quelque sorte cette assertion, avancée par l'un des savants que nous venons de citer, savoir : que les genres que l'on avait cru jusque-là particuliers au terrain de transition vivaient encore pendant les dépôts crétacés. Un examen plus attentif n'a pas tardé à faire disparaître ces prétendues anomalies, et à prouver au contraire que cette faune, comme celle de Saint-Cassian, était un de ces précieux jalons qui établissent des relations de continuité entre des faunes successives que l'on avait cru profondément séparées et sans aucun lien, tandis que la nature n'a procédé, à travers les temps, que par des modifications graduelles vers l'accomplissement de son œuvre immense.

Au mois de décembre 1847 (2), M. de Hauer annonçait que MM. de Buch et Ewald s'étaient convaincus, par l'examen des collections de fossiles de Vienne, que le marbre d'Hallstadt était du même âge que les couches de Saint-Cassian, et que, comme ces dernières, il appartenait au trias. En effet, l'*Encrinites gracilis* s'y était rencontré ainsi que dans le muschelkalk des provinces vénitiennes; mais les relations stratigraphiques de ce même marbre coquillier étaient alors fort obscures. Il se trouvait, disait-on, en couches verticales au sommet de la Sommerau et du Steinberkogel, peu éloigné des dépôts salifères sous lesquels Lill de Lilienbach les plaçait. La partie inférieure du Salzberg vers Echernthal, autour du lac, montre un calcaire gris, bien stratifié, qui serait la base du *calcaire alpin*, et qui renferme cette grosse bivalve que nous avons vue caractériser le calcaire de Dachstein, très développé près

(1) *Ibid.*, *id.*, 1845, p. 683. — Voy. aussi : *Petrefactenkunde Deutschland*, p. 226 (1846-49), où l'auteur, revenant sur cette opinion, propose de mettre sur le même niveau les couches d'Hallstadt et de Saint-Cassian.— *Ueber ein Merkwürdiges*, etc. Échantillon de marbre rouge d'Hallstadt avec une Orthocératite et une Ammonite (*Weiner Zeitung*, n° 125, 1846. — *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 87).

(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 88, 1847.

d'Hallstadt. Ce calcaire était regardé comme inférieur au marbre précédent et reposant sur des schistes rouges de Werfen ainsi désignés par Lill, supportés à leur tour par la grauwacke où M. Erlach avait observé à Dienten (Salzbourg) des fossiles de transition (*Orthoceratites*, *Cardium priscum*, etc.).

Quant à la partie paléontologique du mémoire de M. de Hauer, il fait connaître ou complète la description de 16 espèces d'Ammonites (*A. Metternichii*, Hau., *neojurensis*, Quenst., *debilis*, Hau., *galeatus*, id., *subumbilicatus*, Bronn, *amœnus*, Hau., *Ramsaueri*, Quenst., *angustilobatus*, Hau., *tornatus*, Bronn, *bicrenatus*, Hau., *salinarius*, id., *Johannis-Austriæ*, Klipst., *discoides*, Ziet., *respondens*, Quenst., *bicarinatus*, Münst., *angustus*, Bronn). On y trouve signalés en outre une Goniatite (*G. decoratus*, Hau.), le genre *Clymenia*, trois Nautiles (*N. mesodicus*, Quenst., *reticulatus*, Hau., *acutus*, id.), trois Orthoceratites (*O. alveolare*, Quenst., *latiseptatum*, Hau., *salinarium*, id.), et deux espèces douteuses (*O. regulare* et *striatulum salinum*, Hau.). Sur un échantillon de calcaire portant l'*Ammonites Metternichii*, l'auteur croyait aussi avoir reconnu les restes de deux espèces de Bélemnites, l'une ressemblant au *B. hastatus*, l'autre au *B. acutus*. Sur d'autres fragments de la roche se montraient encore des portions de test radié ou fibreux attribuées à des coquilles de ce genre.

Faute de données stratigraphiques suffisantes, l'étude des fossiles du marbre rouge d'Aussee, localité située un peu à l'est d'Hallstadt, n'a pas permis au même savant (1) d'avoir une opinion mieux arrêtée. Le *Monotis salinaria*, déjà signalé par M. Boué (2) dans le grès d'Hörnstein, se retrouve, dit M. de Hauer (3), dans tous les gisements salifères des Alpes orientales, ainsi que les coquilles caractéristiques des couches d'Hallstadt, d'Aussee, d'Hallein, etc. (Salzbourg). Derrière le château d'Hörnstein, la roche qui les renferme est un calcaire gris, solide. Le marbre rouge coquillier constitue aux environs des masses considérables, et l'on y voit toujours citées des Bélemnites et des tiges de crinoïdes avec de grandes Am-

(1) *Berichte über die Mittheil. von Freunden der Naturwiss. in Wien*, vol. II, p. 228, 1847.

(2) *Mémoires géologiques et paléontologiques*, p. 229, 1832. — L'auteur mentionne en effet les couches de cette localité, mais nous ne voyons pas cité le fossile indiqué par M. de Hauer.

(3) *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. III, p. 65, 1847-48.

monites. Les bancs sont verticaux et plongent au S. A l'est du village, des marbres gris ont présenté les *Ammonites tornatus*, *Ramsaueri* et *amœnus*, le *Monotis salinaria*, des Orthocératites et des Térébratules. Le tout est surmonté de conglomérats de l'étage tertiaire de Leytha. Les rapports des couches à Ammonites avec celles qui renferment des Bélemnites ne sont pas encore déterminés ici. Les unes et les autres semblent offrir les mêmes caractères sur les divers points que l'on vient de citer.

De nouvelles espèces de céphalopodes mentionnées ensuite avec d'autres déjà connues dans le marbre rouge d'Aussee n'ont pas beaucoup avancé la question de son âge (1). Ce sont les *Orthoceratites reticulatum*, Hau., *alveolare*, id., *convergens*, id., *dubium*, id., les *Nautilus mesodicus*, Quenst., *Sauperi*, Hau., *Breunneri*, id., *Barrandei*, id., la *Goniatites Haidingeri*, Quenst., les *Ammonites Gaytani*, Klipst., *ausseanus*, Hau., *Johannis-Austriæ*, Klipst., *Layeri*, Hau., *Simonyi*, id., *Jarbas*, Münst., *noduloso-costatus*, Klipst., *striato-falcatus*, Hau., *Credneri*, Klipst. et *tornatus*, Bronn. Ces fossiles rappellent ceux des couches de Bleiberg et de Saint-Cassian et en seraient même plus rapprochés que de ceux d'Hallstadt, localité géographiquement si voisine. Les espèces les plus communes à Aussee (*Ammonites Johannis-Austriæ* et *Gaytani*) manquent à Hallstadt, et celles qui se trouvent à la fois dans les deux localités (*Orthoceratites alveolare* et *Ammonites tornatus*) y présentent des modifications sensibles dans leurs caractères.

M. de Morlot (2) semble bien aussi mettre les calcaires d'Hallstadt et d'Aussee au niveau des couches de Saint-Cassian; mais en s'en rapportant, pour leur classement général, à des idées déjà anciennes, il ne contribua point à résoudre la question principale (3).

(1) De Hauer, *Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. IV, p. 377, 1848. — *Neu. Jahrb.*, 1849, p. 378. — *Naturwiss. Abhandl. gesamm. und durch Subscript. herausg. W. Haidinger*, vol. I, p. 257, 3 pl., 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 109.

(2) *Erläuterungen zur geol. Uebersichts-Karte*, etc., in-8°, avec coupe. Vienne, 1847.

(3) W. Buckland (*Ann. of Philosophy*, juin 1821) rapportait au lias les calcaires d'Hallstadt et prenait des Orthocératites pour des alvéoles de Bélemnites. La couche à poissons de Seefeld, au nord-ouest d'Innspruck, était aussi rangée dans le lias, parce qu'on regardait ces fossiles comme analogues à ceux de Lyme-Regis (Conybeare et Phillips, *Outlines of the geol. of England*, p. 169, 1822).

De notre côté, en parlant du *grès de Vienne* rapporté par les uns au flysch de la Suisse et par les autres au trias supérieur, nous avons rappelé les observations et les conclusions si claires et si nettement formulées par sir R. Murchison; mais ne pouvant les reproduire ici où elles devraient également trouver place, nous renverrons le lecteur à ce que nous en avons dit précédemment (vol. III, p. 103).

D'après un résumé de la géologie de l'Autriche, publié en 1850, et dont il a aussi été question (*antè*, vol. V, p. 133 et vol. VII, p. 370), on voit quelle incertitude régnait encore sur la position et l'âge des couches qui nous occupent. Ainsi sous le nom de *calcaire alpin* on confondait des dépôts du trias, du lias, et même d'autres plus récents; on admettait parmi les roches calcaires un *muschelkalk supérieur* et un *muschelkalk inférieur*, dénominations quelquefois en contradiction complète avec la position relative des couches auxquelles on les appliquait. Nous emprunterons cependant encore à ce travail quelques faits qui se rattachent à d'autres roches du trias (1). Résumé de 1850.

Les grès et les conglomérats rouges ou verts, distincts du grès souvent schisteux qui dépend de la grauwacke, sont liés avec les rauchwackes et s'observent le long de la limite septentrionale de cette même grauwacke qu'ils recouvrent. Près de Reichnau et de Neuberg au lac de Léopoldstadt près d'Eisenerz, ils passent sous le *calcaire alpin*. A l'ouest de Lietzen, près de Werfen, etc., ils font partie des roches désignées sous le nom de *schistes de Werfen*. Vers l'ouest, des bandes plus suivies se prolongent dans le Tyrol. Les grès rouges de Potschach et de Wirflach près de Neukirchen n'en font point partie et dépendent des roches crétacées de Gosau. Le grès rouge se montre constamment à la séparation de la grauwacke et du

(1) *Jahrb. der k. k. geologischen Reichsanst.*, n° 1, p. 31, 1850. — Voy. aussi : de Hauer, *Ueber die Gliederung der gesch., Gebirgs Bildungen*, etc., sur les sous-divisions des terrains stratifiés des Alpes orientales et des Karpathes (*Sitzungsber. der k. Akad.*, etc., 1850, p. 41. — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 731). — Id., *Ueber die Gliederung des Alpen-Kalkes*, etc., sur les différents termes du *calcaire alpin* dans les Alpes de l'est (*Zeitsch. d. Deutschl. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 263 — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 584). Ces premiers essais de classification générale, dont nous avons donne un aperçu en parlant de la formation jurassique du même pays (*antè*, vol. VII, p. 370-371, etc.), auraient peu d'intérêt à être reproduits ici, et nous devons nous borner à y renvoyer le lecteur.

*calcaire alpin*, à Rosenthal, au sud de Grumbach, à Fenningbach, à l'est de Bugberg, où il alterne avec des calcaires pénétrés de chaux carbonatée, puis au nord du lac d'Hallstadt, non loin d'Anneberg, dans le Lammerthal, près d'Abtenau, etc.

Les fossiles qu'on y rencontre sont très mal conservés ; ce sont des *Myacites fassaensis* déformées. Près d'Eisenerz et du lac de Léopoldstadt, de Buch a signalé la *Posidonomya Claræ*, l'*Avicula venetiana*, etc., à Rozenthal la *Myacites fassaensis*, etc. Ces fossiles se trouveraient ainsi dans des couches qui correspondent à celles des Alpes du sud que, par avance, nous avions désignées sous le même nom, et qui ont été rapportées au groupe du grès bigarré. Loin d'être, comme on l'avait cru d'abord, les équivalents du vieux grès rouge (*old red sandstone*), elles ne représenteraient pas même le grès rouge ou *rothe todte Liegende* de l'Allemagne. Les sources salées de Lammerthal peuvent y faire soupçonner des gisements de sel gemme. Au-dessus de cette série arénacée viennent les calcaires que nous avons vus rapportés au muschelkalk (*antè*, vol. VII, p. 370).

En traitant des gisements salifères dans le paragraphe consacré à la formation crétacée, on pourrait croire que l'auteur de ce travail les place dans cette période, mais ce qui suit ne permet pas de douter qu'il ne les range dans le trias. Ce n'est pas seulement dans le voisinage des salines d'Aussee, d'Ischl, d'Hallstadt et d'Hallein que l'existence du sel est connue et se manifeste par le caractère des sources, mais encore près de Wissenbach et de Saint-Gall, où l'on a rencontré des mélanges d'anhydrite et de sel gemme. Malgré les nombreuses exploitations dont cette substance est l'objet, sa position géologique est loin d'être bien déterminée. Elle paraît toujours être accompagnée de gypse, d'anhydrite et d'autres minéraux, et se trouve en masses irrégulières entourées d'argile. La nécessité où l'on est, pour préserver les travaux de l'invasion des eaux, de conserver avec soin l'enveloppe argileuse de ces amas, empêche de connaître leurs rapports stratigraphiques avec quelque certitude.

Lill de Lilienbach les regardait comme des produits sédimentaires; M. de Morlot au contraire comme le résultat d'actions ignées. Dans le Salzbourg, aux environs d'Ischl, l'auteur pense que ces dépôts sont compris entre les deux muschelkalk dont nous avons parlé. La masse salifère allongée de l'E. à l'O. plonge au S. Près de la surface le sel a peu d'épaisseur; néanmoins les relations

des deux muschelkalk avec ces gisements sont fort obscures. Le calcaire, désigné ici comme *muschelkalk supérieur* et recouvert par des couches crétacées néocomiennes, paraît être le calcaire de Dachstein. Le gisement de sel de Hall (Tyrol) est surmonté par un calcaire avec *Ammonites floridus* qui appartient certainement au trias, et l'on sait que dans les Alpes du sud le sel manque dans toute la formation. Les gisements de gypse du *calcaire alpin* sont d'ailleurs indépendants de ceux de sel dont on vient de parler.

Enfin on réunit encore aux marnes irisées ou *Keuper* les dépôts charbonneux situés sur le bord méridional de la zone du *grès de Vienne* ou dans l'intérieur de celle du *calcaire alpin* (Hellinenthal près Bade, au sud de Bernitz, etc.), mais on a vu (*antè*, vol. VII, p. 389) que ces dépôts faisaient partie du lias. Au-dessous reparaîtrait un grès avec les caractères ordinaires de celui de Vienne. Les argiles schisteuses qui l'accompagnent renferment l'*Equisetites columnaris*, le *Pterophyllum longifolium*, le *Pecopteris stuttgardiensis*, etc., plantes qui, suivant l'auteur, permettraient de ranger ces couches aussi bien dans le lias que dans les marnes irisées. M. Unger les avait réunies au premier de ces groupes ; mais on s'est borné à les séparer ici des marbres rouges. On a adopté d'ailleurs l'idée suggérée par le savant botaniste que nous venons de nommer, savoir : qu'il existerait, tout le long du versant nord des Alpes, un plissement qui produit cette fausse apparence. M. B. Studer a également exposé ces résultats dans son premier volume de la *Géologie de la Suisse* (1).

M. de Hauer (2) est revenu sur plusieurs de ces faits et de ces opinions, en généralisant, un peu prématurément peut-être, les données encore bien incomplètes acquises sur ce versant nord et en les comparant à ce que l'on savait du versant sud et même des Carpathes. Il a fait connaître aussi de nouvelles espèces de céphalopodes des marbres rouges d'Hallstadt et d'Aussee, dont le total s'élevait alors à 55. C'est à Hallein que ces fossiles se retrouvent en plus grand nombre et ensuite à Hörnstein, Wochein, Bleiberg, Raibl et Saint-Cassian, où se montrent les *Ammonites Aon*, *Gaytani*, *Rupelli*, *Johannis-Austriæ*, etc. (3).

Observations diverses.

(1) Page 121, 1851.

(2) *Ueber die Gliederung des Alpen-Kalkes in den Ost-Alpen* (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 584. — *Ibid.*, p. 731).

(3) *Naturwiss. Abhandl.*, etc., vol. III, p. 1, pl. 1-6, 1849. — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 250.

Nous avons déjà indiqué la manière dont M. Ehrlich avait compris les divisions du trias de ce pays (*antè*, vol. VII, p. 377) (1). M. Lipold (2) dans sa description du Tännengebirge, indique le calcaire de Dachstein comme recouvrant au sud des grès schisteux, rouges et verts, avec la *Posidonomya Claræ* et la *Myacites fassaensis*. Au nord-est, près de Grolling, les calcaires à Isocardes, surmontés par les marbres rouges d'Adneth, des calcaires bitumineux et des schistes foncés, représenteraient les calcaires du trias de l'Allemagne. La vallée de Leogang, dit ailleurs le même géologue (3), s'ouvre dans celle de la Saal sur la limite du Tyrol et sépare de la grauwacke les couches de Werfen. Celles-ci, qui représentent le grès bigarré, sont des schistes argileux d'un rouge de sang ou brun, des grès quartzeux et des schistes siliceux très solides, gris-verdâtre, avec *Myacites fassaensis*, *Posidonomya Claræ*, etc. Au-dessus vient le grès rouge proprement dit, de plusieurs centaines de pieds d'épaisseur, puis des dolomies foncées. Le nickel est exploité dans la grauwacke qui supporte cette série.

La coupe du Hochgebirge faite par M. Kudernatsch a été mentionnée aussi (*antè*, vol. VII, p. 376) de manière à nous dispenser d'y revenir, sauf pour signaler l'abondance du gypse dans des couches rapportées au groupe des marnes irisées. Aux environs de Gössling, le gypse argileux alterne avec des lits de gypse pur et parallèlement aux couches charbonneuses exploitées (*Kohlen Flötz*); le tout plonge faiblement à l'E. Le gypse existe abondamment aussi sur le versant nord-ouest de l'Oetscher, et les gisements de la rive droite de l'Ips et de Waidenau offrent une disposition analogue. Suivant M. Foetterle (4) le grès bigarré et des calcaires noirs forment une zone étroite, continue entre l'étage de Dachstein et la grauwacke aux environs de Gschied, sur la frontière de l'Autriche. Quelques îlots s'observent près de Neuberg et sur d'autres points; les fossiles caractéristiques de cet horizon y sont très répandus, et le calcaire noir, ordinairement dolomitique, paraît se lier à une

(1) Voy. aussi : *Ueber die Nordöstlichen Alpen*, etc., Contribution à la connaissance du district au delà de l'Inn et du Salzbourg, sous le rapport géologique, minéralogique et orographique. Lienz, 1850.

(2) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 2e année, n° 1, p. 82, 1851

(3) *Ibid.*, 1854, p. 148. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 570.

(4) *Ibid.*, vol. III, n° 4, p. 56, 1852.

rauchwacke jaune. Du gypse s'y rencontre près de Seewiesen et dans quelques autres localités.

Dans la coupe déjà reproduite de la vallée de l'Enne, entre Wissenbach et Pirn (*antè*, vol. VII, p. 384), le grès bigarré, constituant une masse principale au nord de Lietzen et d'Admont, forme des montagnes très élevées et d'autres moins culminantes. Suivant M. D. Stur, le calcaire noir n'accompagne point toujours le grès, et quelquefois il repose sans intermédiaire sur les schistes de la grauwacke. Le grès atteint jusqu'à 1000 mètres d'épaisseur. Au mont Pleschberg, dont la cime en est formée, sa puissance serait encore plus considérable. Une assise de rauchwacke divise sa masse en deux parties inégales, dont la supérieure est la moins épaisse.

Les principaux résultats du mémoire de M. K. Peters sur les Alpes calcaires du Salzbourg, dans le district de la Saale, ont aussi été exposés (*antè*, vol. VII, p. 385), et ils font voir comment, au fur et à mesure que les recherches attentives se multipliaient, les difficultés s'applanissaient et les véritables relations stratigraphiques finissaient par apparaître aux yeux des géologues. Mais nous reviendrons sur le travail de M. A. de Shouppe que nous n'avons fait qu'indiquer (*antè*, vol. VII, p. 388), et qui traite des environs d'Eisenerz dans la partie nord du Steyermark.

Dans l'Erzberg, situé près de cette ville, le grès bigarré et les schistes sous-jacents sont bien stratifiés. Le grès renferme des nodules de schiste argileux micacé; il est en dalles dans le voisinage du calcaire noir ou du muschelkalk qui le recouvre, et renferme des fossiles comprimés et déformés (*Avicula socialis*, *Myacites fassaensis*, *Naticella costata*, *Posidonomya Claræ*). La présence du gypse caractérise ici le grès bigarré ; il est exploité à Hiflau, mais aucune trace de sel n'y a été observée. Le grès règne tout le long de la limite nord de la grauwacke, sauf là où interviennent des masses calcaires. Le calcaire noir à veines spathiques blanches se voit constamment au-dessus ; il est dolomitique, sans fossiles et semble passer à une brèche par suite de l'action des agents atmosphériques. C'est le *calcaire mosaïque* de M. F.-R. Melling. On y observe de nombreuses cavités et même des cavernes fort étendues, peut-être en rapport avec les caractères dolomitiques de la masse. L'auteur y signalant ici le *Cardium triquetrum*, on pourrait présumer qu'il a atteint l'horizon du calcaire de Dachstein ou du lias. Pour lui les calcaires en couches minces des environs d'Hiflau seraient la partie supérieure du muschelkalk, et ceux du nord appar-

tiendraient à la base du même groupe. Les assises les plus élevées restent d'ailleurs indéterminées, et au nord d'Eisenerz sont des roches charbonneuses également indéterminées, sans fossiles, sauf des tiges de crinoïdes. La dolomie si généralement continue paraît manquer dans le voisinage des minerais de fer qui sont fréquents sur les points où se trouve le calcaire noir.

Essai d'une coordination par M. de Hauer.

On a déjà vu (*antè*, vol. VII, p. 388) que M. F. R. de Hauer, à qui la géologie et la paléontologie des Alpes sont redevables de tant de recherches intéressantes, avait en 1853 essayé une nouvelle coordination des dépôts triasiques et jurassiques du versant nord-est de cette chaîne. Nous avons rapporté tout ce qui pouvait être utile à la connaissance de ces derniers ; il nous reste donc à traiter des premiers que le savant auteur décrit et divise comme il suit, en allant de bas en haut :

1. *a*. Schistes de Werfen ou grès bigarré.
   *b*. Calcaire de Guttenstein, probablement équivalent du muschelkalk.
2. Couches d'Hallstadt ou muschelkalk supérieur.

Les *schistes de Werfen*, que nous avons déjà considérés dans les sections précédentes comme pouvant constituer un représentant assez exact du groupe inférieur du trias ou du grès bigarré, reposent sur la grauwacke et sont recouverts par toute la série du *calcaire alpin*, comprenant les groupes suivants. Dans la partie orientale de la chaîne, ces schistes forment le terme inférieur du terrain secondaire, et ce n'est que dans la vallée de l'Enns près de Schladming, que M. Suess et M. Lipold ont reconnu un conglomérat quartzeux, correspondant au *verrucano* du versant méridional et les séparant de la grauwacke.

Les schistes ont été soulevés avec toute la série des calcaires qui leur ont succédé, et les crevasses, les cavités ou les dépressions résultant de ces mouvements ont été remplies ensuite par les dépôts crétacés de l'étage de Gosau. Ces derniers existent en effet dans toutes les vallées auxquelles on peut assigner cette origine, ce qui, suivant l'auteur, rend compte des relations stratigraphiques si difficiles à saisir aujourd'hui entre les roches de divers âges. Nous pensons néanmoins, et ce que nous avons déjà dit des dépôts jurassiques suffirait pour le prouver, que les choses ne se sont point passées d'une manière aussi simple ; il n'y a pas eu un seul soulèvement de toute la série secondaire antérieure aux dépôts crétacés, mais bien une succession de mouvements partiels plus

ou moins fréquents pendant chaque formation. Un soulèvement unique ou à peu près n'aurait certainement pas produit la variété des caractères qui nous a frappé dans la formation jurassique et qui se représente dans celle du trias.

La limite orientale des schistes de Werfen se trouve près de Lorenzen, à l'ouest de Neukirchen, où ils forment une zone au pied sud du Schneeberg, de la Roxalp et de la Schneealp. Elle se prolonge vers l'O. et atteint la vallée de l'Enns auprès d'Admont. Au nord de cette vallée, entre ce dernier point et Lietzen, les schistes occupent des espaces considérables. Non loin de Gröbming réapparaissent les calcaires de Guttenstein qui accompagnent toujours le grès. Au nord-ouest de Weissenbach, les schistes et les grès affleurent de nouveau, se prolongent vers l'O. et augmentent d'étendue jusqu'à Werfen dans la vallée de la Salza, où ils sont le mieux développés et d'où ils tirent leur dénomination.

En indiquant leur distribution géographique, M. de Hauer fait remarquer que les affleurements bordent toujours le calcaire alpin, et que parfois ils sont immédiatement surmontés par la craie de Gosau. Si les schistes sont souvent masqués, les calcaires de Guttenstein qui leur succèdent se voient au contraire partout. A Gams les schistes se montrent accompagnés des mêmes assises crétacées, se dirigent vers Saint-Gall, et le dernier point où on les observe est la vallée de Windischgarten. Le gypse de Traunstein indiquerait leur limite de ce côté. Une troisième surface, occupée par ces schistes avec les calcaires, est divisée en deux par la présence du calcaire d'Hallstadt. Enfin un quatrième lambeau, situé dans le voisinage d'Altenmarkt, s'étend au sud-ouest jusqu'à Guttenstein. Au delà la craie supérieure et les dépôts quaternaires les masquent tout à fait.

C'est à ce groupe inférieur du trias que sont subordonnés la plupart des gisements gypseux de cette partie des Alpes, mais il y en a d'autres, et L. de Buch a fait voir que celui de Leogang dans le Salzbourg était plus ancien et appartenait à la grauwacke de transition. Tels sont aussi ceux que M. Czjzek a indiqués à Schottwin dans le Wolfsgraben (1).

Comme l'avaient dit depuis longtemps MM. Sedgwick et Mur-

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, vol. I, p. 27, 1851. — Voy. aussi : de Buch, *Geogn. Beobachtungen*, vol. I, p. 224. — Kudernatsch, *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1852, 1re partie, p. 11. — *Ibid.*, 1852, 2e partie, p. 54. — Haidinger, *Berichte über die Mittheil. von Freunden*, etc., vol. III, p. 335.

chison, le sel gemme des Alpes appartient aussi aux schistes de Werfen et non au *calcaire alpin* ou muschelkalk (1). A Gössling les pseudomorphoses de sel gemme en gypse ont été décrites par M. Haidinger (2). A l'ouest de Hall et près d'Admont, le sel, suivant M. Stur, est compris dans les marnes gypseuses, et le tout est subordonné à une masse puissante de schistes. Des recherches faites par MM. de Hauer et Suess, aux environs d'Ischl et d'Hallstadt, les ont confirmés dans l'opinion que le sel et le gypse de ces localités sont l'un et l'autre dans le groupe dont nous parlons. Partout où le sel existe la stratification est dérangée ou a complétement disparu, mais on ne peut douter que son gisement ne soit le grès bigarré. Les marnes gypseuses d'Ischl en sont encore le prolongement, et plus au nord-ouest apparaissent de nouveau les schistes de ce groupe avec des pseudomorphoses cubiques de gypse provenant originairement du sel.

Les fossiles suivants ont été recueillis dans un grand nombre de localités, depuis Reichenau à l'est, jusqu'à Klamm der Lammer à l'ouest : *Ammonites cassianus*, Quenst., *Turbo recte-costatus*, Hau., *Naticella costata*, Münst., *Myacites fassaensis*, Wissm., *Myophoria*, *Posidonomya Claræ*, de Buch., *Avicula striato-punctata*, Hau., *A. venetiana*, id., *Pecten*. Ces espèces qu'a décrites M. de Hauer dans son *Essai sur les fossiles des Alpes de la Vénétie* (3), où l'on a vu qu'elles occupent le même horizon, se retrouvent en partie dans le grès bigarré et en partie dans le muschelkalk qui l'accompagne. Il y a en outre d'autres formes d'acéphales non décrites et peu déterminables.

Le *calcaire de Guttenstein*, qui serait l'équivalent du muschelkalk, est gris foncé, en bancs minces, traversés par des veines de calcaire spathique blanc. Il accompagne les schistes précédents, soit dans la zone méridionale intérieure, soit dans celle qui se trouve au milieu de la région du *calcaire alpin*. Quelquefois la roche est dolomitique, quelquefois elle renferme des nodules d'hornstein, ou bien elle passe à une rauchwacke. Elle est développée surtout à l'ouest de Gröbming, au pied occidental du Donnerkogel et dans

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. III, p. 310, 1831.

(2) *Zeitsch. für Physik und verwandte Wissensch.*, vol. IV, p. 225. — *Berichte über die Mittheil. von Freunden*, vol. III, p. 365.

(3) Voy. Fuchs, *in Denkschriften der k. Akad. der Wissensch.*, etc., vol. II.

le Lammerthal. Les fossiles, généralement rares, se trouvent à la jonction du calcaire et des schistes (*Ammonites cassianus*, à Unter-Höflein, *Naticella costata*, dans la rauchwacke de Rosenthal). Ces couches représenteraient le *calcaire de Seiss*, ou calcaire à Posidonomyes, et, comme celui-ci se lie au grès bigarré, de même les couches de Guttenstein se lieraient aux schistes de Werfen.

Vers le haut, les calcaires de Guttenstein se rattacheraient également à ceux de l'étage d'Hallstadt. A Lunz, suivant M. Kudernatsch (1), on voit en effet au-dessus et y passant insensiblement, un calcaire gris en bancs épais, avec des nodules de silex hornstein. Près d'Unterkirchen se montre le *Monotis salinaria*. Il en est de même du calcaire de Reifling avec *Ichthyosaurus* qui se lie au calcaire de Guttenstein. Il renferme aussi l'*Ammonites Aon*, et est surmonté de couches avec *Monotis salinaria*.

Le *calcaire d'Hallstadt*, désigné ici comme représentant une division supérieure du muschelkalk, a été signalé longtemps avant tous les autres de ce pays, à cause de la beauté de ses fossiles, mais ses relations stratigraphiques, comme nous avons eu occasion de le dire plusieurs fois, n'en étaient pas moins restées fort obscures. M. de Hauer s'appuyant d'abord sur la coupe de Bleiberg (Carinthie), telle qu'on la comprenait alors, et où se trouve le marbre opalin qui en est l'équivalent, avait placé le calcaire d'Hallstadt *au-dessus* du calcaire de Dachstein désigné comme *muschelkalk inférieur*, et il devenait naturellement le *muschelkalk supérieur*. Mais, prenant en considération les recherches de M. Lipold (2), de M. Czjzek (3) et de M. Kudernatsch (4) dont nous avons parlé, M. de Hauer est revenu sur ce classement lors de la réunion des naturalistes allemands à Wiesbaden au mois de septembre 1852. La présence de fossiles du lias constatée dans le calcaire de Dachstein devait en effet inspirer des doutes que les données stratigraphiques mieux comprises n'ont pas tardé à changer en certitude.

Ce dernier savant a constaté alors que, dans le Salskammergut, le calcaire d'Hallstadt recouvrait immédiatement celui de Guttenstein et qu'il était recouvert à son tour par celui de Dachstein. La coupe du Salzberg près d'Hallstadt, donnée par M. Suess, celle de la

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1852, n° 2, p. 67.
(2) *Ibid.*, 1851, n° 1, p. 79 et n° 3, p. 108.
(3) *Ibid.*, 1851, n° 2, p. 120.
(4) *Ibid.*, 1852, n° 2, p. 58.

vallée de l'Enns, où la superposition se voit particulièrement aux environs de Schladming, les alentours d'Ischl, où le fond de la vallée est occupé par du gypse et du grès bigarré sont venus confirmer ces rapports. Dans les collines voisines se montre le marbre panaché (*bunten Hallstädter Marmor*) avec *Ammonites respondens*, Quenst., *A. tornatus*, Bronn, *A. neojurensis*, Quenst., plusieurs espèces de la section des *globosi*, des Orthocératites, le *Monotis salinaria*, des crinoïdes, etc. Ici le calcaire de Guttenstein recouvre le grès bigarré, et au-dessus vient le marbre rougeâtre, tacheté, d'Hallstadt, auquel succèdent des calcaires dolomitiques. Ces relations s'observent encore sur d'autres points, comme dans la coupe de Lackenhof à Eibenkogel et Sattel. Le marbre d'Eibenkogel est semblable à celui d'Hallstadt par ses caractères pétrographiques, mais sa stratification est obscure. Il paraît incliner vers Oetscher.

La plupart des fossiles de cette division du trias sont des céphalopodes dont nous avons déjà donné une liste au commencement de cette section et dont le nombre s'est encore accru, comme on le verra ci-après : 5 espèces (*Ammonites Aon*, Münst., *Rupelli*, Klipst., *Gaytani*, id., *Johannis-Austriæ*, id., *Jarbas*, Münst.), se retrouvent dans les couches de Saint-Cassian, et permettent de placer au même niveau ces dépôts du Tyrol méridional avec ceux des Alpes du nord, quoique très différents sous le rapport pétrographique. L'auteur signale en outre dans les calcaires d'Hallstadt: 1 *Melania?* 2 *Natica*, 1 *Pleurotomaria*, plus ou mois rares, mais qui n'ont point leurs analogues dans le Tyrol, puis des bivalves inédites, telles qu'un Opis, une Lime, un Peigne, plusieurs *Monotis* et 2 *Halobia*, fossiles toujours très caractéristiques.

Après avoir indiqué les diverses localités où ces restes organiques se rencontrent lorsqu'on se dirige de l'E. à l'O., M. de Hauer fait remarquer qu'ils varient un peu dans chacune d'elles. Quant aux dolomies qui, placées sur ces calcaires, les séparent de l'étage de Dachstein ou du lias, l'absence de fossiles ne permet pas encore de déterminer la formation à laquelle on doit les rattacher. Enfin le même savant rappelle les diverses opinions que nous avons déjà vues émises par M. de Klipstein dans son parallèle entre les Alpes du sud et du nord, par M. Eichwald (1) qui retrouvait tous les

(1) *Nouv. mém. de la Soc. I. des naturalistes de Moscou*, vol. IX, p. 75. Voy. aussi : W. Gümbel, *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 543 et 1848, p. 158.

terrains de sédiment réunis, tandis que M. Credner (1) voyait dans les couches de Werfen un représentant du système permien.

Il y aurait peu d'utilité à revenir ici sur ces discussions aujourd'hui sans intérêt, et le lecteur tirera plus de profit d'un coup d'œil jeté sur la petite carte qu'a publiée M. de Hauer en 1855. Cette carte donne en effet une idée satisfaisante de la distribution remarquable des deux divisions du *trias inférieur* et *supérieur* sur le versant nord des Alpes de l'Autriche (2). L'explication qui l'accompagne ne diffère point de ce que l'on vient de dire, non plus que de ce qui se rattache au même sujet dans le *Coup d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne*, qui parut la même année (3).

**Coupe générale des Alpes.**

La coupe N., S. que le savant géologue de Vienne a tracée à travers la chaîne entière des Alpes et dont nous avons déjà parlé (*antè*, p. 350) confirme les relations stratigraphiques précédentes. On se représente ordinairement cette large zone secondaire du versant de l'Autriche comme un ensemble de calcaires reposant sur des grès rouges et des schistes qui constituent le groupe de Werfen. Ces calcaires occupent en outre des îlots allongés, alignés parallèlement les uns aux autres et couronnant toujours les schistes. Les lignes anticlinales parallèles ne correspondent pas toujours dans cet espace aux pentes des vallées.

(P. 46.) Les schistes de Werfen sont ici décrits avec leurs caractères ordinaires, ainsi que les calcaires de Guttenstein. Dans le Salzbourg, au nord-ouest du château de Wildenstein, des carrières sont ouvertes dans l'étage d'Hallstadt. La roche y est blanche, d'un rouge pâle, marbrée de verdâtre, quelquefois noire, solide et à cassure conchoïde. Sa stratification est peu nette, mais sa superposition à l'étage de Guttenstein n'est pas douteuse. Au col méridional du Hundskogel, on observe des marnes gris-noir ou rougeâtres, avec du gypse et un grès panaché. La partie sud de la montagne offre un calcaire dolomitique recouvert par un calcaire

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 559.

(2) *Nach der Original-Aufnahme der k. k. geol. Reichsanst.*, etc. (*Uebersicht der geol. Verhältn. des Erzherzogthums Oesterreich unter der Enns*, in-8°. *Wienn*, 1855). — Voy. aussi : T. von Zollikoffer, *Verhältnisse der Gegend von der Sann in unter Steiermark* (*Jahrb. d. geol. Reichsanst.*, 1859, p. 13. — *Neu. Jahrb.*, 1859, p. 343).

(3) Publié par le comité I. et R., pour l'Exposition universelle de Paris, en 1855, p. 12, in-4°. Vienne, 1855.

sans fossiles qui dégage sous le choc une odeur d'hydrogène sulfuré, et qui pourrait appartenir à la série de Guttenstein. Mais au nord le calcaire gris-clair, solide, renferme les fossiles d'Hallstadt (*Ammonites respondens*, Quenst., *tornatus*, Bronn, *neojurensis*, Quenst., des Ammonites de la section des *globosi*, des Orthocératites, des crinoïdes, etc.).

Au nord de ce point les divers termes du trias sont marqués sous les roches crétacées néocomiennes et de Gosau. Au sud, le trias inférieur se continue sous les dépôts diluviens de Roiterndorf dans la vallée de Sulzbach. Au sortir de cette dernière, le calcaire d'Hallstadt reparaît avec ses caractères ordinaires.

(P. 48.) Dans le bassin d'Ischl, en partant du Schlossberg au sud-ouest de la ville, et en s'avançant au sud, on atteint le Ramsaubach, et dans diverses directions autour de ce point se montrent le calcaire d'Hallstadt, des dolomies et les calcaires de teintes claires qui le séparent de l'étage de Dachstein. Ces dolomies et ces calcaires sont interrompus par le Jochwand, au sud de Wissenbachgraben et au sud-ouest de Laufen. Dans la partie inférieure du Ramsaubach, des roches plus anciennes ou de Werfen, traversées par la coupe de M. de Hauer, plongent au N.-O. Elles sont surmontées par un calcaire foncé, une dolomie grise et des dolomies non stratifiées, semblables à celles d'Hallstadt. Les couches de ce dernier niveau doivent se trouver comprises entre les calcaires et les dolomies de la vallée de Gosau d'une part, et celle de Guttenstein et de Werfen de l'autre. Sur le versant nord du Salzberg, lorsqu'on se dirige vers Sadlalp, on voit des couches jurassiques et peut-être même néocomiennes qui semblent surmonter les couches du trias supérieur.

(P. 61.) Les argiles salifères sont recouvertes par le calcaire de Hallstadt rempli de fossiles, sur la pente nord-est de la crête du Sommeraukogel, qui est encore formée par le calcaire de Dachstein. Celui-ci constitue également la pente méridionale très rapide du grand plateau compris entre l'Echernthal et la cime de Dachstein, dont les couches plongent au S. Au-dessous affleure le calcaire d'Hallstadt, puis un calcaire plongeant au N. représente celui de Guttenstein et enfin les schistes de Werfen reposent sur une grauwacke schisteuse et argileuse. Celle-ci forme le point culminant du pays, à une altitude de 1292 mètres, et sépare le Ramsau de la vallée de l'Enns dont le fond est à 752 mètres.

A l'est de cette région élevée du lias, les couches se dirigent vers

l'Inn. La grauwacke apparaît au fond des vallées, et toute la série, depuis l'étage de Werfen jusqu'à celui de Dachstein, en occupent les pentes avec une inclinaison au N. Des calcaires grisâtres, alternant avec les schistes de Werfen, renferment l'*Ammonites cassianus*, la *Naticella costata* et la *Myacites fassaensis*. Dans la montagne de Scheiblingstein une vaste muraille calcaire représenterait les couches de Dachstein, celles d'Hallstadt atteignent 2000 mètres, et un calcaire gris-clair, bréchoïde, d'apparence dolomitique appartiendrait à l'étage de Guttenstein. Plus au sud, la coupe de M. de Hauer atteint les vallées de la Drave et de la Gail dont nous avons parlé (*antè*, p. 350).

M. Ed. Suess (1), qui a étudié les brachiopodes de l'étage d'Hallstadt, a fait remarquer que, bien que tous fussent nouveaux et de formes assez singulières, ils n'offraient aucun caractère propre qui seul permît de fixer l'âge des couches qui les renferment. Pas une de ces espèces ne se retrouve à Saint-Cassian, et leur distribution dans diverses localités montre par les autres fossiles qui les accompagnent que tous appartiennent au même horizon. Ce sont : la *Terebratula Ramsaueri*, Suess, les *Spirigera Deslongchampsi*, id., *Strohmayeri*, id., *nux*, id., les *Rhynchonella lævis*, id., *dilatata*, id., *retrocita*, id., *longicollis*, id., et la *Lingula Fischeri*, id., provenant de Hörnstein, Sandling, Leisling, Thörlstein, Someraukogel et Steinbergkogel. Paléontologie.

Depuis les deux fossiles mentionnés en 1820 par de Schlotheim dans le marbre d'Hallstadt, et dont un est le *Monotis salinaria*, beaucoup de céphalopodes gigantesques y ont été trouvés, et les autres mollusques sont restés peu nombreux. M. de Hauer y a, comme on l'a dit, signalé quelques bivalves et quelques univalves, mais c'est à M. Fischer (de Munich) que l'on doit le plus grand nombre de ceux que l'on connaît aujourd'hui dans les couches à Ammonites. Tous les gisements où se trouvent ces fossiles sont recouverts par les couches à *Monotis salinaria*, et les débris organiques y sont tellement abondants qu'ils constituent quelquefois la roche presque à eux seuls.

M. Moris Hörnes (2) a décrit les gastéropodes et les acéphales

(1) *Ueber die Brachiopoden der Hallstatter-Schichten* (*Denkschrift. der mathem.-naturwiss. Classe der k. Akad. der Wissensch.*, vol. IX, 1855, 2 pl.).

(2) *Ibid.*, vol. IX, 1855, 2 pl. — Voy. aussi : *Ueber einige neue Gasteropoden aus den Oestlichen-Alpen* (*ibid.*, vol. X, 1856, 2 pl.)

de cet étage, et d'après lui les caractères généraux de cette faune seraient une sorte de combinaison de formes paléozoïques et jurassiques, surtout pour ces deux classes de mollusques. En effet, tandis que les *Holopella*, les *Loxonema* et les *Porcellia*, rappellent les types de transition, les *Phasianella*, les *Turbo*, les *Neritopsis*, les *Pleurotomaria* et les *Lima*, rappellent ceux de la période jurassique. Cette faune ne peut être mise en parallèle qu'avec celle de Saint-Cassian et des autres dépôts du même âge dans lesquels on rencontre 14 espèces communes et qui, pris ensemble, seraient les équivalents marins du groupe triasique supérieur du reste de l'Europe.

Ces fossiles qui proviennent des marbres de Sandling, près d'Aussee, du Someraukogel et du Steinberkogel, près d'Hallstadt, d'Hinter-Schafberg, sur le lac de Wolfgang, sont : *Holopella grandis*, Hörn., *Loxonema elegans*, id., *Chemnitzia salinaria*, id., *Phasianella variabilis*, Klipst., *Turbo decoratus*, Münst., *Natica pseudospirata*, d'Orb., *N. Klipsteini*, Hörn., *N. impressa*, Münst., *Nerita Munsteri*, Hörn., *N. austriaca*, id., *N. Klipsteini*, id., *Neritopsis compressa*, id., *Delphinula sulcifera*, id., *Platystoma Suessi*, id., *Porcellia Fischeri*, id., *Pleurotomaria Haueri*, id., *P. turbinata*, id., *Cirrus superbus*, id., *Patella conulus*, id., *Pachyrisma columbella*, id., *Inoceramus arctus*, Bronn, *Avicula* (*Monotis*) *salinaria*, Bronn, *A.* (*Monotis*) *lineata*, Münst., *A. concinna*, Hörn., *Halobia Lommeli*, Wissm., *Lima Ramsaueri*, Hörn., *Pecten cutiformis*, id., *P. tenui-costatus*, id., *P. concentrice striatus*, id., *P. scutella*, id. Deux polypiers provenant des mêmes couches, l'*Isastræa salinaria* et le *Fletcheria annulata*, ont été décrits par M. A.-R. Reuss (1).

Continuant l'étude des céphalopodes de cet horizon d'Hallstadt, M. de Hauer (2) a fait connaître les espèces recueillies par M. Fischer aux environs d'Aussee, et y indique en outre l'*Ammonites floridus* qu'on n'avait encore rencontré qu'à Bleiberg (Carinthie) et à Hall (Tyrol). Parmi les localités d'où proviennent ces fossiles, nous citerons d'abord Vorder-Sandling, au nord-ouest du lac d'Althaus, où l'on observe, de bas en haut, un calcaire rouge, puis un

---

(1) *Ibid.*, 1 pl.
(2) *Beiträge zur Kenntniss der Cephalopoden-Fauna der Hallstätter-Schichten* (*Denkschr. der math.-naturwiss. Classe der k. Akad.*, etc., vol. IX, avec 5 pl., 1855).

calcaire gris et au sommet un calcaire blanc où abonde le *Monotis salinaria*. Les couches grises et rouges renferment les céphalopodes d'Hallstadt, tels que les Ammonites *Johannis-Austriæ* et *suprajurensis*. Des blocs d'un calcaire jaune sale sont presque exclusivement composés de fossiles. On ne les voit pas en place, mais leurs Ammonites (*A. Jarbas* et d'autres petites espèces de la section des *globosi*) ne permettent pas de les rapporter à un niveau différent des précédents ; aussi M. Lipold les a-t-il coloriés comme tels sur sa carte géologique des environs d'Aussee. Dans le Taltschen-alp, au sud du lac de Grundel, à l'est d'Aussee, se trouve un autre gisement dans une gorge au fond de laquelle sont des argiles salifères et du gypse exploité. Au sud, le calcaire d'Hallstadt se sépare nettement de ce système argileux. A Leisling, à l'ouest de Zandling, se montrent quelques espèces nouvelles associées à des brachiopodes et à des acéphales déjà mentionnés. Tous ces fossiles sont signalés pour la première fois dans cette région des Alpes, et un très petit nombre d'entre eux avait été cité à Saint-Cassian. Ces résultats confirment ainsi l'opinion que ces assises d'Hallstadt constituent réellement le terme supérieur du trias de ce pays où elles doivent représenter les marnes irisées.

Ainsi qu'on vient de le faire remarquer pour les gastéropodes et les acéphales, les céphalopodes semblent venir combler aussi l'hiatus observé depuis longtemps entre les formes paléozoïques et secondaires. Ils présentent, comme on l'a déjà dit, des types de l'époque de transition, tels que des Orthocératites, des Ammonites à selles simples, des Nautiles à tours apparents, associés avec des Ammonites appartenant aux sections des Cératites, des *arietes* et des hétérophylles, avec des Nautiles d'aspect jurassique, etc.

Après quelques observations sur une Orthocératite à siphon marginal, qui avait sans doute été prise pour un cône alvéolaire de Bélemnite, l'auteur donne le *Tableau général de la distribution des céphalopodes du trias supérieur des Alpes*. Mais aucune expression numérique n'en résume les données et n'en fait ressortir l'intérêt ; aucun chiffre n'indique le nombre particulier pour chaque localité, ni le rapport des espèces communes à plusieurs, de manière à les relier entre elles. C'est une petite lacune à laquelle nous essayerons de suppléer ici.

Le tableau renferme 69 espèces de céphalopodes provenant de 22 localités. Ce sont : 8 Orthocératites, 12 Nautiles et 49 Ammonites. Des 22 localités citées, celles qui jusqu'à présent en ont

offert le plus, sont : Hallstadt, où il y en a 46; Aussee, 41; Hallein, 10; Saint-Cassian, 6; Hörnstein, 5; Bleiberg, 4; et les 17 autres seulement 1 ou 2.

L'*Ammonites Aon*, Münst., la plus répandue de toutes, se retrouve dans 10 localités. Très commune à Aussee et à Saint-Cassian, elle se montre sur le versant nord aussi bien qu'en Carinthie (Raibl) au centre et qu'au sud, dans le val di Scalve, le val Trompia et à Agordo. L'*Ammonites galeiformis*, Hau., vient ensuite dans 9 localités (Hörnstein, Steinbauer, Aussee, Hallstadt, Ischl, Hallein, val Trompia, Idria, Wochein) : l'*A. Jarbas*, Münst., dans 7 (Hörnstein, Buchberg, Aussee, Hallstadt, Hallein, Saint-Cassian, Bleiberg). Les *A. Johannis-Austriæ*, Klipst., et *respondens*, Quenst., appartiennent à 6 localités; les *A. tornatus*, Bronn, *inermis*, Hau., à 5; les *A. Ramsaueri*, Quenst., *neojurensis*, id., *Metternichii*, Hau., à 4; l'*A. floridus*, Wulf., a été rencontré à Aussee, à Hallstadt et à Hallein, et les *A. Gaytani*, Klipst., et *distinctus*, Gieb., sont signalés aussi dans 3 localités. 10 espèces existent à la fois dans 2, et enfin les 44 autres n'ont été observées que dans une seule.

Pour compléter l'exposé des faits particuliers qui se rattachent au trias de cette partie du versant nord des Alpes, nous emprunterons les documents suivants au *Coup d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne*, publié par le comité I. et R. pour l'Exposition universelle de 1855. Ce travail de MM. de Hauer et Foetterle, que nous avons déjà eu occasion de citer, a été traduit de l'allemand, par M. le comte Marschall.

Gisements de substances minérales exploitées. — Minerais de fer.

(P. 101.) Le fer carbonaté gris avec du fer oxydé spéculaire se trouve à Sainte-Anna dans la vallée de Lammer (Salzbourg), à la limite des dolomies de l'étage de Guttenstein et de celui de Werfen. Il est exploité sur deux points, au Gwehenberg et près de Thiergrub. Les usines de Werfen au sud de Salzbourg sont alimentées par des minerais provenant de la grauwacke et par d'autres qui sont en couches ou en amas lenticulaires compris entre les deux séries triasiques précédentes. Le minerai prédominant de ces gîtes est un fer hydroxydé presque toujours friable et ocreux, traversé par de nombreuses veinules d'aragonite, et accompagné de brèches dolomitiques, de rauchwacke et de schiste. Les exploitations sont celles du Moosberg, dont la couche a, par places, 38 mètres d'épaisseur et plonge au S.-E., du Flachenberg à l'est du Bischofshofen, sur les versants nord et nord-est du Winterauwald dont la couche a

une épaisseur moyenne de 18 mètres, du Höllgraben sur le versant nord-ouest du Flachenberg ; puis celles de Schäfferötz et de Windingsberg, sur son versant nord-est.

(P. 117.) Les gîtes salifères de la partie nord-est des Alpes semblent appartenir au trias et particulièrement aux schistes de Werfen ou grès bigarré. Ils y constituent de grands amas irréguliers, s'élargissant graduellement de haut en bas et descendant à des profondeurs encore inconnues. L'action des eaux superficielles paraît avoir diminué la salure des masses jusqu'à une certaine distance au-dessous de la surface du sol. Ces gisements offrent partout les mêmes caractères. Ils sont composés d'argile, de gypse et de sel gemme. L'argile qui en constitue la partie principale est plastique, bleuâtre ou gris-foncé, entièrement pénétrée de gypse et de sel. Ou bien ces substances tapissent d'un enduit mince les parois des fissures qui traversent l'argile, ou bien elles se montrent en veinules, ou encore en amas plus ou moins considérables. Le sel est généralement grenu, rarement fibreux, gris, rouge ou vert et quelquefois bleu. Quelques autres minéraux s'y rencontrent accidentellement (sulfates de soude et de magnésie, anhydrite, polyalithe, etc.). Il n'y a point de stratification apparente dans les masses salifères, entourées partout d'argiles dépourvues de sel et appelées *Lebergebirge*, tandis que la première est désignée sous le nom d'*Haselgebirge*. La plus grande quantité de sel fournie par les exploitations provient du lavage des argiles salifères. **Sel gemme.**

Une seule saline a été ouverte sur la limite méridionale de la zone des schistes de Werfen aux environs d'Admont; toutes les autres sont situées dans les bandes des mêmes schistes de l'intérieur des Alpes calcaires. A Aussee, au sud-est d'Ischl, le dépôt salifère paraît plonger au N. sous les calcaires d'Hallstadt et être en contact immédiat avec les schistes. Il a produit, en 1852, 14,182,456 kilog. de sel. La couche exploitée aux environs d'Ischl, à l'extrémité supérieure d'une vallée dont le fond est occupé par des dépôts néocomiens, plonge au S. en sens contraire des autres dépôts de la vallée. Sa direction est E., O., sa largeur du N. au S. ne dépasse pas 94 mètres, et elle paraît être le prolongement de celle d'Aussee. La mine d'Hallstadt est encaissée au nord et au sud par les calcaires de cette localité et par ceux de Dachstein qui s'élèvent à une grande hauteur; quant aux schistes de Werfen, ils ne se montrent que sur le bord septentrional de la vallée. Les galeries d'exploitation dirigées de l'E. à l'O. s'enfoncent de ce dernier côté jusque sous les couches

jurassiques de Plassen. L'exploitation des eaux salées de ces diverses localités a produit, en 1852, 53,182,708 kil. de sel.

La mine d'Hallein est située sur le Dürnberg au sud-ouest de la ville. Les dépôts salifères et gypseux entourent à l'ouest, au nord et au sud, le pied du massif calcaire de Dachstein, du Hanreinberg et du Hanfliuberg; ils sont limités par les calcaires d'Hallstadt et par d'autres plus récents. Les travaux souterrains, qui s'étendent jusqu'à 3 kilomètres dans un sens et 1300 mètres dans l'autre, descendent à 379 mètres au-dessous du sol. Le dépôt se rattache à celui de Berchtesgaden en Bavière, et les eaux fournissent annuellement 13,676,936 kil. de sel.

Gypse. (P. 187.) C'est aussi aux couches de Werfen qu'appartiennent la plupart des gisements de gypse de la région qui nous occupe. Cette substance est tantôt mélangée d'argile, tantôt pure et en amas enveloppés d'argile, situés dans les schistes mêmes ou à leur limite avec le calcaire de Guttenstein. Ces masses s'observent le long de la zone méridionale du groupe triasique inférieur comme dans celles de l'intérieur des Alpes calcaires. L'existence de la pierre à plâtre est d'ailleurs connue sur une infinité de points où elle n'a pas encore été exploitée. Des détails sommaires sont ici donnés sur 25 gisements principaux situés dans cette partie du versant nord des Alpes.

M. Czjzek (1) pense que ces gypses résultent d'une modification de calcaires magnésiens dépendants du grès bigarré et placés sous le *calcaire alpin inférieur* (calcaire de Guttenstein). Beaucoup de rauchwackes devaient être aussi originairement des dolomies qui auraient été enveloppées dans les roches dolomitiques gypseuses. Le gypse se serait formé immédiatement après le dépôt du grès bigarré ou des schistes de Werfen et la dolomisation de leurs roches calcaires. Plus tard il a été amené au jour par les dislocations et les soulèvements, et lors de ce dernier phénomène les dolomies auraient été changées en rauchwackes. L'auteur suppose que les éléments premiers de ces amas gypseux ont dû être déposés dans une période de calme, la stratification, quoique très tourmentée depuis, étant encore apparente.

Résumé théorique des sections 1 et 2. Nous ne pouvons mieux faire pour nous résumer, après l'exposition des détails souvent minutieux dans lesquels nous avons dû entrer, que de reproduire ici les conclusions générales de M. de

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichanst.*, vol. II, n° 1, p. 31, 1851.

Hauer sur le parallèle qu'il établit entre les dépôts sédimentaires des versants nord et sud des Alpes. Ces déductions, que le savant auteur a placées à la fin de l'explication du profil nord-sud dont nous avons parlé, comprennent ce qui se rapporte aux dépôts antérieurs au trias aussi bien qu'à ceux qui l'ont suivi, afin qu'on puisse mieux saisir l'ensemble des aperçus qui ont un véritable intérêt.

(P. 94.) Les couches secondaires du lias et du trias, dans les zones parallèles du sud et du nord, sont les seules qui se correspondent avec une certaine exactitude de chaque côté. Les roches plus anciennes varient beaucoup au contraire et font voir que des bouleversements très énergiques s'étaient déjà produits dans ces mêmes régions pendant la période paléozoïque. Les dépôts postérieurs au trias et au lias ne concordent pas non plus et font supposer que des conditions physiques différentes existaient de part et d'autre de l'axe actuel de la chaîne. Ainsi les assises fossilifères les plus anciennes qu'ait traversées la coupe générale que nous venons de rappeler n'existent que dans l'Alpe du nord; quelques schistes de l'Alpe centrale en sont peut-être contemporains, mais ils ont dû être modifiés depuis, tandis que dans l'Alpe du sud les conditions propres aux dépôts marins les plus anciens ne se sont pas produites.

Pendant la période dévonienne il ne s'est formé aucun dépôt ni au nord ni au sud de la ligne du profil, mais il y en a eu vers l'est de cette ligne aux environs de Gratz. Quant à la formation carbonifère, elle n'apparaît que dans l'Alpe du sud, et l'on n'en trouve aucune trace dans celle du nord. Les empreintes de plantes qu'on y observe doivent faire supposer la présence de terres émergées dans le voisinage. Des roches permiennes représentant soit le grès rouge (*rothe todte Liegende*), soit le zechstein, ne se montrent nulle part. Ainsi à aucun instant de l'ère paléozoïque la mer n'a couvert la région entière des Alpes actuelles. Pendant la période silurienne, l'Alpe du nord et une partie de l'Alpe centrale formaient seules un fond de mer; dans la suivante ou dévonienne, c'était l'Alpe centrale de l'est autour de Gratz qui était sous les eaux, et lors des sédiments carbonifères la région de l'Alpe du sud était seule immergée.

Peut-être serait-il nécessaire de faire ici quelques réserves à l'égard de certaines de ces déductions, surtout pour celles qui concernent les dépôts les plus anciens ou de la période silurienne du centre et du sud de la chaîne. Dans ces parties, en effet, les actions

de l'intérieur, souvent manifestées par des roches ignées, semblent s'être produites plus fréquemment et avec plus d'énergie qu'au nord; elles ont dû réagir par conséquent sur les roches de sédiment formées ou en voie de formation, les modifier dans leurs caractères, les métamorphiser et produire alors une partie des schistes cristallins et même certains gneiss qu'on y observe au-dessous du trias ou du verrucano.

Les roches du trias, comme celles du lias, sont également développées au nord et au sud des Alpes, et leurs divers étages se succèdent régulièrement. Cependant le grand développement des couches d'Hallstadt et de Dachstein, dans la portion qui regarde la vallée de l'Enns, rend peu probable qu'elles nous offrent actuellement les relations qu'elles avaient dans l'origine lorsque les mêmes couches se déposaient au nord de Tarvis. On doit penser au contraire que ces dépôts étaient superposés naturellement avant le soulèvement et qu'ils n'ont été séparés que par suite de son action. Les couches de Radstadt et de Tauern au nord, et celles du trias entre les vallées de la Drave et de la Gail, au sud, établissent l'ancienne continuité des dépôts le long des chaînes cristallines centrales. Au nord elles ont été modifiées par les causes qui ont produit le noyau de gneiss et imprimé à cette enveloppe ses formes actuelles.

L'ensemble de ces sédiments secondaires s'est ainsi déposé dans une vaste mer. La masse principale est un calcaire pur, d'origine pélagique et renfermant peu de fossiles. Le commencement de la période est marqué par un grès auquel ont succédé les schistes de Werfen par suite de l'abaissement du fond du bassin, et la fin est annoncée par les dépôts sableux de Saint-Cassian et de Raibl.

Les couches de Dachstein, de Kössen et oolithiques les ont recouverts çà et là, et les dernières forment des montagnes peu élevées, continues, sur le bord des pentes nord et sud des Hautes-Alpes.

C'est après le lias que M. de Hauer place le premier soulèvement général de toute la région des Alpes, soulèvement qui en a émergé une grande partie, de telle sorte que les dépôts suivants n'ont pu se former que dans des espaces isolés, plus ou moins étendus le long des pentes extérieures de la chaîne. En suivant la direction de ce soulèvement, on trouve au nord et au sud les roches jurassiques ou mieux oolithiques recouvrant, à stratification discordante, les sédiments antérieurs, etc. Ce n'est que sur la limite nord-est des Alpes qu'elles semblent reposer d'une manière continue sur le lias supé-

rieur; partout ailleurs elles sont indépendantes de la disposition des vallées actuelles.

Les couches crétacées néocomiennes ne sont rencontrées par la ligne du profil que dans l'Alpe du nord, d'abord sous forme d'un dépôt de rivage dans le bassin intérieur de la vallée d'Ischl. Les dépôts crétacés plus récents, comme ceux de Gosau, sont en rapport avec les dépressions profondes de la chaîne. L'existence des couches les plus élevées de cette période sur le versant nord, malgré ce que nous avons dit (*antè*, vol. V, p. 132 et 135), ne paraît pas être encore bien démontré suivant l'auteur, à moins que le *grès de Vienne* n'en fasse partie comme il semble porté à le croire par suite de sa liaison avec les dépôts nummulitiques. Mais on a déjà vu (*antè*, vol. III, p. 94-107 et V, p. 137) ce que devait être le *grès de Vienne*, après toutes les méprises dont il a été l'objet, et d'un autre côté sa continuité avec ces mêmes dépôts ne prouverait rien, puisque les derniers étages crétacés sont presque partout concordants avec les plus anciens sédiments tertiaires, la discontinuité ou la discordance n'étant que l'exception. Quant à cette autre remarque que ce n'est pas dans les vallées des chaînes alpines que les dépôts crétacés calcaires renferment de nombreux fossiles, tandis que le grès de Vienne placé en dehors de ces chaînes en montre à peine quelques traces, on conçoit qu'elle est négative et sans valeur, tant que des rapports stratigraphiques directs de *continuité* ou de *superposition* n'auront pas été observés. Jusque-là nous nous en tiendrons à l'opinion de sir R. Murchison sur ce même grès de Vienne dans lequel il ne voit qu'un représentant du flysch de la Suisse.

Le dernier grand soulèvement des Alpes du nord s'est produit, dans la région traversée par la coupe de M. de Hauer, à la fin de la période tertiaire inférieure (*éocène*), comme le prouve l'irrégularité de la stratification des couches de cet âge. Les dépôts tertiaires moyens, auxquels les géologues de Vienne ont cru nécessaire de donner un nouveau nom (*néogènes*), les recouvrent horizontalement dans le bassin supérieur de l'Autriche, où ils n'ont atteint leur altitude de 300 à 350 mètres que par suite d'un autre soulèvement.

Dans l'Alpe du sud toute la masse des roches crétacées et tertiaires inférieures se trouve placée au midi des calcaires des hautes montagnes. Elles sont toutes fortement redressées, et, à peu de distance des points par lesquels passe la coupe, des dépôts parallèles à la mollasse suisse, qui sont également inclinés, prouvent des mouve-

ments plus récents encore que l'auteur place dans ce qu'il appelle l'*époque diluviale*.

### § 3. — Tyrol septentrional et Vorarlberg.

On a déjà vu (1) quels étaient les obstacles que les géologues avaient eus à surmonter pour distinguer le trias du lias, sur le versant nord des Alpes de la Bavière, du Tyrol septentrional et du Vorarlberg; aussi aurons-nous peu de faits à ajouter à ce que nous avons dit à cet égard. Nous avons également indiqué ci-dessus (p. 366) la disposition que l'on assignait en 1845 aux dépôts qui nous occupent. Nous ferons remarquer ici que, sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol, le trias forme, entre Kufstein et le Rhin, puis au delà, une zone comprenant de grands îlots allongés composés de couches jurassiques. Une autre bande analogue remonte au sud de Kloster dans l'Engadine pour constituer tout le massif compris entre l'Ortler-Spitz, Glaris et les sources de l'Inn. Sur la carte géologique de l'Europe d'A. Dumont on retrouve bien une partie de cette dernière indication, mais au nord tout le reste diffère essentiellement. L'auteur a marqué au delà du lias, à partir du Salzbourg, une bande de trias qui n'est autre que la zone du grès de Vienne ou du flysch. Celle-ci, sur les limites du Vorarlberg et du Tyrol, se continue obliquement au S.-O., bordant toujours le lias de manière à être comprise entre ce dernier et les dépôts nummulitiques. Cette disposition n'est nullement d'accord avec ce que l'on sait aujourd'hui, à moins qu'on ne persiste à voir un représentant du trias dans le flysch des Alpes ou le grès de Vienne.

Tyrol et Bavière méridionale.

M. H. Prinzinger (2) et M. Lipold ont fait connaître avec détails la distribution des divers termes du trias des environs de Hall en Tyrol et dans les vallées de l'Inn, d'Achen, de Riess, de l'Iss et de Lavatsch, ainsi que les gisements salifères. La coupe de la partie septentrionale du bassin de l'Inn montre les calcaires noirs ou couches de Guttenstein, les schistes rouges et gris de Werfen et les calcaires dolomitiques probablement de l'étage d'Hallstadt. Les

---

(1) *Antè*, vol. VII, p. 346, 364 et 365.

(2) *Geol. Notizen aus der Umgebung der Salzberges zu Hall.* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1855, p. 328. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 360).

dolomies et les calcaires magnésiens dominent dans ces vallées, mais leur position n'est pas toujours très nettement accusée ; les assises liasiques d'Adneth et de Dachstein se présentant aussi çà et là, les équivalents des divisions du muschelkalk des Alpes de l'est peuvent y être reconnus.

**Mémoires de M. Pichler, etc.**

M. A. Pichler (1), en traitant du calcaire alpin du nord-est du Tyrol, y a constaté l'existence de la série que nous avons décrite dans le Salzbourg. Ses recherches dirigées sur la rive droite de l'Inn, entre Kufstein et Innspruck, lui ont fait reconnaître des schistes micacés, argileux, sans fossiles, des calcaires de Guttenstein modifiés, des schistes satinés et micacés avec *Cardita crenata*, surmontés par des alternances de calcaires foncés, de dolomies régulières, blanches, grises, dégageant sous le choc une odeur d'hydrogène sulfuré.

La série complète de cette région présenterait, de bas en haut :

1. *Couches de Werfen ou grès bigarré ;* conglomérat grossier, alternant, vers le haut, avec des calcaires et des rauchwackes.
2. *Couches de Guttenstein ou muschelkalk ; calcaire alpin inférieur* de la carte géognostique du Tyrol ; calcaires gris avec des veines de calcaire spathique, baryte sulfatée en nids, brèche à la partie inférieure ; fossiles indéterminables.
3. *Dolomies.* Calcaires blancs ou de teintes claires; dolomie saccharoïde près de Steinberg et de Solstein. Ce serait l'équivalent du calcaire d'Hallstadt de l'Autriche, marqué comme *calcaire alpin supérieur* dans la carte du Tyrol.
4. *Couches à* Cardita, avec des rauchwackes et du gypse, faisant encore partie du *calcaire alpin inférieur*, mais marqué sur la carte du Tyrol comme *calcaire alpin moyen*. On y trouve une brèche coquillière ou lumachelle, du gypse avec des fragments de dolomie et un petit nombre de fossiles qui annoncent l'horizon de Saint-Cassian (*Pterophyllum Jægeri*, *Pentacrinus propinquus*, Münst., *Cidaris subsimilis*, id., *C. alata*, Ag., *C. dorsata*, Bronn, *Cardita crenata*, Gold., *Spondylus obliquus*, Münst., *Ostrea montis-Caprilis*, Klipst., *Terebratula vulgaris*, Schloth., *Ammonites Johannis-Austriæ*, Klipst.). Les schistes bitumineux du Seefeld appartiennent à ce niveau,

---

(1) *Zur geognosie der N.-E. Kalk-Alpen Tyrols* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, vol. VII, p. 717, avec cartes et profils. — *Neu. Jahrb.*, 1857, p. 616 et 689). — *Zur Geognosie von Tyrol, Naturwiss. Skizze* (*aus den Tyroler Boten*), in-8°, 1 carte. Innspruck, 1856. — *Beiträge z. Geogn. Tyrols*, in-8° avec 1 carte et 30 profils. Innspruck, 1859. — 2° partie avec carte et 2 profils. — *Aus dem Inn und Wipp Thale* (*Neu. Jahrb.*, 1859, p. 753).

alternent avec des dolomies et suivent leur direction. Ainsi les poissons signalés depuis longtemps dans cette localité comme appartenant au lias doivent, suivant M. Pichler, être rangés dans le trias (voy. *antè*, vol. VII, p. 354 et 362), *suprà*, p. 356.

5. *Dolomie*, *calcaire alpin supérieur*, *dolomie principale* de M. Gümbel. La roche est à grain fin, gris-clair, blanche, parfois très développée et renferme les *Encrinites liliiformis* et *moniliformis*, des baguettes de *Cidaris*, la *Chemnitzia Rosthorni*, l'*Halobia Lommeli*, l'*Orthoceratites depressum* ? et l'*Ammonites Aon* ? Ces assises semblent faire le passage du trias au lias et être placées comme intermédiaires entre les couches à *Cardita*, les couches à Gervillies et les calcaires à *Lithodendron* avec des fossiles caractéristiques de Kössen qui les recouvrent.

Dans un autre travail, M. Pichler (1) avait distingué, depuis la vallée de l'Inn jusqu'à la frontière de la Bavière, le *calcaire alpin inférieur*, *moyen* et *supérieur*, mais il fit remarquer que, sur la carte récemment publiée par M. Bach (2), ces divisions sont prises tantôt pour du muschelkalk, tantôt pour les marnes irisées, ou même pour le lias et les couches oolithiques, bien qu'appartenant certainement toutes trois à une seule formation.

Le calcaire alpin inférieur de M. Pichler représente encore ici le calcaire de Guttenstein ou le muschelkalk inférieur de M. de Hauer. Ce sont des calcaires noirs, des schistes, des rauchwackes et des dolomies fétides avec de la silice et de l'argile. Vers le haut il y a des grès micacés gris et bruns, des traces de charbon, des calcaires oolithiques, d'autres bitumineux, des bancs d'une espèce d'huître qui diffère de l'*O. Haidingeri*, avec la *Cardita crenata*, les *Cidaris alata* et *dorsata*, caractéristiques du niveau des couches de Saint-Cassian. Le marbre coquillier de Lanatsch en fait aussi partie. Sur les couches à Cardites reposent les dolomies de l'étage d'Hallstadt, ou muschelkalk supérieur de M. de Hauer. D'après M. Escher de la Linth, le calcaire alpin inférieur avec les couches à Cardites représenterait la partie inférieure des marnes irisées, puis viendraient les assises d'Hallstadt analogues à celles de Saint-Cassian qui représenteraient la partie supérieure de ces mêmes marnes. M. Pichler ne se prononce point à cet égard. Quoi

(1) *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 661.
(2) *Geognostische Uebersichtskarte von Deutschland, der Schweiz und den angrenzenden Landertheilen*, 1856.

qu'il en soit, ces couches à Cardites semblent former un bon horizon. Les calcaires alpins inférieur et supérieur se montrent dans les vallées de Gleich et de Lanatsch, mais le premier diffère du second par ses caractères minéralogiques. Dans celui d'Hallstadt sont des *Chemnitzia*, dans l'inférieur des Huîtres, des *Cardita crenata* et des *Cidaris alata*. Les Orthocératites et les Ammonites se montrent dans l'un et l'autre, et les Halobies sont associées aux *Chemnitzia*.

On remarquera que dans le précédent mémoire de M. Pichler, dont l'impression est un peu postérieure à celle de cette dernière note, les couches à *Cardita* (nº 4) étaient placées au-dessus de l'horizon de l'étage d'Hallstadt (nº 3), et qu'ici elles se trouvent ramenées à ce même niveau. Dans la coupe du trias du Tyrol septentrional et de la Bavière déjà donnée par M. Bronn, d'après M. Gümbel (*antè*, p. 356), c'est la première de ces positions qui a été adoptée, et que les observations ultérieures semblent confirmer.

D'après ce dernier géologue (1) les calcaires de l'étage d'Hallstadt formeraient les plus hauts sommets des Alpes de la Bavière. Ils sont blancs et se rattacheraient aussi au niveau géologique des couches de Saint-Cassian. On les observe depuis le lac de Beden jusqu'à Salzach. A l'est de l'Inn commence le Kaisergebirge, massif montagneux, sauvage et inaccessible, où M. R. Schlagintweit avait pris pour les couches à Gervillies des marnes noires de Saint-Cassian. M. Gümbel signale des fossiles sur un grand nombre de points, et, suivant lui, les dépôts réellement de l'âge de ceux de Saint-Cassian recouvriraient les calcaires blancs d'Hallstadt (voy. la coupe théorique précitée, p. 356). La superposition des strates à Halobies paraît être moins nette. Les calcaires noirs placés dessous renferment, avec des Ammonites de la section des *globosi*, d'autres espèces du même genre, des Orthocératites, des *Chemnitzia*, le *Monotis salinaria*, le *Nullipora annulata*, Schaf., très abondant et très caractéristique. Partout où existent à la fois les couches de Kössen et de Saint-Cassian leur distinction est très facile à cause de la présence des dolomies, dont le développement surpasse celui des autres roches du pays. Il y a à la vérité des dolomies distribuées çà et là dans les étages de Guttenstein et d'Hallstadt, mais elles ont des

Recherches de MM. Gümbel, R. et A. Schlagintweit, etc.

(1) *Untersuchungen in den Bayerischen Alpen*, etc. (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, vol. VIII, nº 1, p. 146, 1857).

caractères qui ne permettent pas de les confondre avec ces dernières, et quant à celles de l'Algau, elles sont de l'âge de celles-ci.

Dans ses observations de géographie physique sur le massif du Kaisergebirgé qui s'élève sur la rive droite de l'Inn, non loin de Kufstein, M. R. Schlagintweit (1) signale, au-dessus des schistes argileux avec des calcaires subordonnés rapportés au terrain de transition, un grès rouge, micacé, renfermant parfois des argiles rouges et comparable à celui que nous avons décrit dans les Alpes orientales. Par sa position comme par ses caractères minéralogiques ce grès représente le grès bigarré ou les couches de Werfen. Il entoure le pied de la montagne et en constitue la base. La portion principale du Kaisergebirge est formée par le *calcaire alpin inférieur* ou muschelkalk, gris, compacte, magnésien, en bancs épais et sans fossiles. Il recouvre le grès précédent et est surmonté de calcaires marneux fossilifères. Les crêtes des montagnes environnantes appartiennent aussi à cette division, et, en un seul point, aux marnes fossilifères du lias inférieur. Le Treffauer-Spitz, au nord d'Elmau, point culminant de toute la contrée, atteint 2353 mètres d'altitude.

Plus à l'ouest, Adolphe Schlagintweit (2), frère du précédent et qui périt si malheureusement pendant son excursion au Tibet lorsqu'il atteignait, au mois d'août 1857, la ville de Kashgar, sur le versant oriental du Bolor, a donné une carte orographique et géologique très détaillée des montagnes de la Zug-Spitz et du Wetterstein, comprises entre la rive gauche de l'Isar et la vallée de la Loisach. Ces deux massifs, dirigés de l'E. à l'O., sont formés dans leurs parties les plus élevées par de hautes murailles de *calcaire alpin supérieur* qui semblent appartenir à un groupe jurassique peu ancien ; mais les portions les plus basses du district de Loisach dépendent du *calcaire alpin inférieur* ou muschelkalk. Ce sont des dolomies grises ou plus ou moins foncées, avec quelques calcaires

(1) *Bemerkungen über die phys. Geogr. der Kaisergebirges. Inauguralabhandlung.*, avec carte et vues pittoresques, in-4°. Munich, 1854. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. X, p. 346, 1854.

(2) *Beobachtungen über geol. Verhältnisse der Bayerischen Alpen*, etc. (*Nachtrag zu den geol. Untersuchungen im zweiten Theile*, 1853). Nous regrettons d'avoir omis par inadvertance de signaler cet excellent travail, lorsque nous avons traité de la formation jurassique de ce pays, *antè*, vol. VII, p. 362.

brunâtres. Les roches foncées renferment du bitume; les unes et les autres sont dépourvues de fossiles.

M. Kœchlin Schlumberger (1) a publié quelques détails sur les environs de Hall, la vallée de Lafacth (Levatsch ?), les alentours de Telfs, etc., et il a constaté la présence de l'horizon de Saint-Cassian sur plusieurs de ces points ou du moins de quelques fossiles de cette dernière localité.

Observations de M. de Hauer.

En mettant à profit ses études comparatives faites dans d'autres régions des Alpes, M. de Hauer (2) en a récemment appliqué les résultats à cette même partie du Tyrol septentrional. Pour ce savant, la roche la plus ancienne de la vallée de l'Inn près d'Innspruck appartient aux schistes de Werfen. Le long de la rivière elle affleure sous les calcaires de Guttenstein, formant une zone continue sur la pente méridionale des collines situées au nord de la ville. Ces derniers sont immédiatement surmontés, à Martinswand, Salstein, Wanger, Levatscher-Spitz, etc., par des calcaires de teintes claires qui sont le *calcaire alpin supérieur* de la carte géognostique du Tyrol, mais représentant en réalité le calcaire d'Hallstadt, puisqu'on y trouve l'*Halobia Lommeli*, la *Chemnitzia Rosthorni*, etc. Ces calcaires sont recouverts à leur tour par des marnes remplies de fossiles de Saint-Cassian et de Raibl, qui s'étendent de Zirl à la vallée de Lavatsch et tournent brusquement pour se continuer par celle d'Hintrau jusqu'à Schornitz. Sur ces marnes se développent d'immenses masses dolomitiques (*dolomie inférieure* de la carte précédente), particulièrement dans les montagnes de Seefeld, et qui étant immédiatement couronnées par les couches de Kössen sont regardées comme appartenant à la base du lias. Dans la vallée de la Lech, près de Worth, de Zurs et de Stög, des marnes et des bancs schisteux, avec des fossiles de Raibl (*Perna Bouei*, Hau., *Corbis Mellingi*, id.), sont associés avec des dolomies altérées et dérangées. Les calcaires de Dachstein, les couches de Kössen et les calcaires blancs et rouges d'Adneth se montrent de nouveau au delà.

Les couches à Cardites, poursuit M. de Hauer (3), placées entre les calcaires triasiques supérieurs, de teintes claires, et la dolomie,

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 1045, 1855.
(2) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, etc., juillet 1857. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIII, p. 39, 1857.
(3) *Ibid.*, août 1857. — *Ibid.*, vol. XIV, p. 17, 1858.

se prolongent jusqu'à Scharnitz, entre l'Eiwaldberg et l'Arnstritz à Gars, dans la vallée de Leutsch. Elles se montrent en outre à l'ouest de Widum, le long de la pente sud du Guhren, à la Ross-Alp, etc. La masse principale de dolomie renferme des fragments de *Megalodus scutatus* qui prouveraient que cette roche et, ajoute l'auteur, les schistes à poissons de Seefeld appartiennent au lias inférieur, contrairement à l'opinion de MM. Pichler et Gümbel. Entre Zirl et Telfs, la dolomie de Dachstein affleure sur le bord intérieur de la chaîne calcaire, tandis que le trias ne paraît que plus au nord. Les calcaires qui dépendent de ce dernier se continuent depuis Scharnitz jusqu'à la frontière de la Bavière. Les montagnes de Waldrast et de Saile, au sud-ouest d'Innspruck, sont formées de calcaires de teintes claires, souvent cristallins et dolomitiques, recouvrant des schistes et des calcaires schisteux foncés qui reposent sur le micaschiste. Ces calcaires clairs renferment des *Chemitzia*, comme les calcaires triasiques supérieurs situés au nord de la ville.

La roche dominante de la vallée de Leutsch-Gurgel, dit ailleurs le même géologue (1), est une dolomie avec *Megalodus scutatus*, près de Telfs. Le calcaire triasique clair supérieur s'étend à l'ouest de la montagne Hochmundi, en se rétrécissant graduellement pour disparaître au sud de Boden. Au nord, il est en rapport avec les mêmes dépôts des Alpes de la Bavière (chaîne de Wetterstein et de la Zug-Spitz, décrites par Ad. Schlagintweit). Sur leur pente méridionale, une bande étroite de couches à Cardites règne entre la dolomie et les calcaires clairs du trias (calcaire d'Hallstadt), et sur le versant opposé cette bande est généralement surmontée de marnes tachetées. Au nord de la montagne d'Hinterwand, des schistes foncés sans fossiles sont placés entre les calcaires d'Hallstadt et de Guttenstein. Près de Reutte, la zone que forment ces derniers renferme les fossiles caractéristiques du muschelkalk, tels que le *Spirifer fragilis*, le *S. Mentzeli* et la *Terebratula trigonella* (2).

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, août 1857. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIV, p. 18, 1858.

(2) M. Moris Hörnes a décrit, comme provenant de Wildanger, dans la vallée de l'Isse, au nord-est de Hall, la *Chemnitzia eximia*, la *C. tumida* et la *Nerita Prinzingeri*. La *Chemnitzia Rosthorni* et la *Natica plumbea* qu'il a fait connaître en même temps provenaient de Schwarzenbach (Carinthie), le *Purpuroidea Reussi*, de Gams au nord-est d'Hiflau (Steyermark) et la *Natica amplissima*, d'Eisenau. (*Ueber einige neue Gasteropoden*, etc. *Denkschrift. der mathem. naturwiss. Classe der k. Akad. der Wissensch.*, vol. X, 1856).

Au nord-est d'Innspruck, les calcaires dolomitiques de Rattenberg et de Brixlegg (*calcaire alpin inférieur* de la carte du Tyrol) renferment des filons de cuivre gris argentifère dont la gangue est de baryte sulfatée avec quartz et calcaire spathique. On y trouve associé du cuivre carbonaté bleu et vert. Leur direction est N., S., et leur plongement de 55° à l'E. Ces mines anciennement exploitées, puis abandonnées, ont été reprises dans ces derniers temps. Les anciennes mines d'argent de Falkenstein et de Ringenwechsel, près de Schwatz, célèbres autrefois par leur richesse, semblent avoir été ouvertes dans le même calcaire. Ici les gîtes seraient plutôt des amas irréguliers que de véritables filons. Les calcaires dolomitiques de Nassereit, au nord-est d'Imts, qui paraissent être de l'âge des couches de Bleiberg, renferment beaucoup de minerais de plomb et de zinc (1).

Ce que nous avons dit en traitant de la formation jurassique du Vorarlberg (2) nous laisse peu à ajouter ici relativement à celle du trias dont la distribution géographique a été tracée. La carte générale de l'Autriche n'y indique que du *calcaire alpin*. L'*Esquisse du système des Alpes*, annexée par M. Studer au premier volume de la *Géologie de la Suisse*, montre, à la séparation des dépôts jurassiques au nord et des roches cristallines au sud, une zone de trias continue depuis Innspruck jusqu'à la vallee de Brand au delà de la vallée de Montafon, et deux ou trois lambeaux détachés, encore plus à l'ouest, entre ce point et la rive droite du Rhin. On en observe en remontant cette dernière vallée par Coire jusque dans l'Albula, puis en redescendant celle de l'Adda, vers Bormio. Vorarlberg.

Sur la carte géologique de la Suisse, publiée en 1853 par MM. Studer et Escher de la Linth, la région comprise entre la rive gauche de l'Inn et le Rhin présente, entre les roches nummulitiques au nord et les roches cristallines au sud, un enchevêtrement très compliqué de lias ($J^1$) et de dépôts triasiques (dolomie t, *Keuper* $t^3$, terrain de Saint-Cassian $t^4$) (voy., *antè*, vol. VII, p. 343). Sur la limite méridionale, le long des roches cristallines, quelques lambeaux de poudingue ou de grès rouge (*verrucano*) séparent le

(1) *Coup d'œil géolog. sur les mines de la monarchie autrichienne*, p. 45, petit in-4°, 1855.

(2) *Antè*, vol. VII, p. 343-346-355. — Smidt., *Karte von Vorarlberg.*, 1839-41. — P. Merian (*Neu. Jarhb.*, 1853, p. 150). — De Richthofen, *Die Kalk-Alpen von Vorarlberg und nord Tyrol* (*Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, vol. X, p. 72, pl. 2-3, 1859).

trias des roches plus anciennes. Cette disposition générale relative, admise à la suite de recherches très longues et très multipliées sans doute, aurait cependant encore besoin, pour être mise dans tout son jour, de coupes stratigraphiques à une grande échelle et très rapprochées les unes des autres.

Si de cette région moyenne on s'élève dans le massif des Alpes rhétiques, cette même carte montre aussi, dans la vallée supérieure de l'Inn, sur une partie de son flanc droit ou méridional, de grandes surfaces occupées par les dolomies triasiques, et ces roches avec d'autres de la même formation reposent sur des conglomérats ou des grès du *verrucano*. Elles constitueraient en outre tout le massif et le versant nord du mont Cristallino, du mont Zebru à 11 916 pieds d'altitude, et le mont Confinale, au pied desquels l'Adda et d'autres rivières du versant méridional viennent prendre leur source. Au nord ces roches circonscrivent le Munster-Thal, qui jusqu'à Glurns et même au delà serait occupé par les assises arénacées désignées sous le nom de *verrucano*, et qui probablement font encore partie du trias.

Les dépôts de cette période se resserrent vers l'O. au col de l'Albula, pour passer du bassin de l'Inn dans celui du Rhin postérieur (1). Ils redescendent au nord par le Roth et Glaris dans la vallée de Davos sans atteindre Coire, tournent à l'est de manière à circonscrire par d'étroits lambeaux le massif nummulitique du Lochwang, de Laugstenberg, etc., que traverse la rivière de Landquart, et à se réunir ainsi au grand réseau jurassique et triasique du nord. Cette disposition si compliquée du trias, qui atteint dans cette région des Alpes les parties les plus centrales de la chaîne, a été reproduite exactement sur la carte d'assemblage ou réduction de la précédente qu'ont publiées en 1855 MM. Studer et Escher. Mais nous ne possédons pas encore un texte explicatif où les matériaux exposés avec ordre et méthode permettent de saisir à la fois les traits généraux de cette distribution, les caractères des roches, leurs relations stratigraphiques locales et leurs rapports exacts avec celles des autres régions alpines. Les mémoires publiés jusqu'à présent, remplis de

(1) Voy. J.-P. Andeer, *Der Albula, historisch-geognostisch und botanisch beschreib.* (*Jahresber. d. nat. Gesellsch. Graubündens*, vol. III, p. 38. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 724). Dans le Seesaplana et les montagnes de Davos sont signalés le grès rouge (*verrucano*), le grès bigarré, le muschelkalk et les couches de Saint-Cassian.

détails importants, sont encore loin de combler cette lacune et ne sont pas, à proprement parler, l'explication régulière et systématique de ce qui est représenté sur la carte.

M. Escher de la Linth (1) a fait voir que les couches dites de Saint-Cassian avaient leurs analogues dans le Vorarlberg. Il y a signalé un nouveau genre de plantes *diatomæ* désigné sous le nom de *Bactryllium*. Ce sont de petits tubes plissés en dehors et très fréquents dans cet étage où ils sont associés avec les coquilles d'acéphales les plus caractéristiques. D'autres plantes (*Equisetites*, *Calamites*, *Tæniopteris*, *Pecopteris*, *Pterophyllum*, *Voltzia*, *Æthophyllum*), dont les unes sont déjà connues et un certain nombre d'autres seraient nouvelles, s'y rencontrent également. Suivant M. Heer, les restes d'insectes qui ont été découverts pourraient être aussi de l'âge des marnes irisées.

Dans le tableau suivant des divisions du trias du Vorarlberg, tel que le comprend M. Escher, on remarquera que le calcaire de Dachstein est rangé dans cette formation au lieu d'être réuni au lias pour en faire l'étage inférieur comme on l'admet généralement aujourd'hui. Aussi est-ce le troisième étage, celui que caractérisent les Ammonites de la section des *arietes*, ou calcaire rouge d'Adneth qui est pour lui le terme inférieur du lias.

1. Calcaire à *Megalodus scutatus*, Schafh. (bivalve de Dachstein ou *Cardium triquetrum*, Wulf., suivant l'auteur) et polypiers.
2. Couches de Saint-Cassian avec *Bactryllium striolatum*, *B. deplanatum*, *Spirifer uncinatus*, *Pecten Falgeri*, *P.? lugdunensis*, *Gervillia inflata*, *Avicula speciosa*, *A. Escheri*, *Cardita crenata*, *Oliva alpina*.
3. Dolomie, renfermant des fossiles du calcaire d'Esino.
4. Couches à *Bactryllium Schmidi* et *Meriani*, *Halobia Lommeli* et des Ammonites de la section des *globosi*.
5. Argile charbonneuse (*Lettenkohle*), avec *Equisetites columnaris*, *Calamites arenaceus*, *Pecopteris Steinmülleri*, Heer, *Pterophyllum Jægeri*, *Bactryllium canaliculatum*, *Glaphyroptera curculionites*.

---

(1) *Geol. Bemerk. über das nördl. Vorarlberg*, etc. (*Denksch. der allgem. Schw. Naturf. Gesellsch.*, in 4°, avec 4 pl. de plantes, 1853. — *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 203. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 451, 1855). — Il semble que ce soit de ce mémoire dont M. J. Kœchlin-Schlumberger a donné une analyse, bien qu'il n'en cite ni le titre ni la date et qu'il l'attribue à M. P. Mérian dans l'intitulé de sa note (*Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 104, 1855).

6. Muschelkalk (dans la Lombardie et les Alpes) avec *Bactryllium canaliculatum*, *Encrinus liliiformis*, *Myophoria*, *Ceratites*.
7. Grès bigarré avec *Voltzia heterophylla*, *Æthophyllum speciosum*.
8. Verrucano.

Nous avons indiqué (*antè*, vol. VII, p. 347) les rapports de cet ensemble de couches avec la formation jurassique qui le recouvre.

Dans une notice sur l'existence de l'étage de Saint-Cassian, compris dans les Alpes du Vorarlberg, entre le lias et les marnes irisées, MM. Escher et Mérian (1) ont encore rapporté à ce même niveau des assises que nous avons placées à la base du lias, tandis que les dolomies et les grès avec des empreintes de plantes qui viennent au-dessous représenteraient seules les marnes irisées. Les Ammonites de la section des *globosi* n'y paraissent pas exister ou n'ont pas encore été rencontrées. Les couches à Gervillies que nous avons aussi réunies au lias sont du trias pour les mêmes géologues qui appellent d'ailleurs *formation de Saint-Cassian* tout ce qui se trouve entre le lias et le *Keuper*. Mais cette définition est sans valeur, puisque la question consiste précisément à déterminer la limite de l'un et de l'autre, à assigner le point de la série où l'un finit et où l'autre commence. Considérée ainsi, cette prétendue *formation* n'existerait alors que dans le sud de l'Europe, ou mieux dans une partie de la surface qu'occupent les Alpes du sud, de l'est, du nord et du nord-ouest; elle se distinguerait du lias par l'absence des Bélemnites, et du trias par l'existence d'Ammonites à cloisons persillées. Nous reviendrons plus loin sur ces vues théoriques.

Si l'on se rappelle ce que nous avons dit (*antè*, vol. VII, p. 351-354), on reconnaîtra que la divergence des opinions porte sur les relations des masses dolomitiques sans fossiles. Le grès rouge, base de ces dolomies, dit M. Studer (2), représente le grès bigarré, et les couches à Gervillies représentent le muschelkalk supérieur ou les marnes irisées. Quant aux dolomies, elles représenteraient le muschelkalk proprement dit. Mais M. Escher de la Linth fait suivre immédiatement le grès rouge (*verrucano*) par un schiste noir à empreintes végétales qu'il rapporte aux marnes irisées; les dolomies, considérées comme faisant aussi partie de ce groupe, vien-

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 451, 1855.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 23, 1853.

nent au-dessus, et les couches à Gervillies formeraient le passage du trias au lias. Un pareil développement de la dolomie des marnes irisées serait étonnant, dit le savant auteur de la *Géologie de la Suisse*, et de plus il n'y a que dans le Triesnerkulm et le Rellsthal que ces schistes noirs à empreintes sont en contact avec le verrucano. A l'est d'Arlberg, les dolomies recouvrent le grès rouge. Les schistes à empreintes suivent la direction de la vallée de la Lech, le grès rouge et la dolomie celle de la vallée de l'Inn. Sur plusieurs points ces mêmes schistes se montrent entre deux masses dolomitiques.

Ces relations s'expliqueraient, suivant l'auteur, si l'on distinguait deux dolomies, l'une du muschelkalk, l'autre des marnes irisées. Cette dernière se trouve à Bludenz et aux environs placée entre les schistes à empreintes végétales et des couches analogues à celles de Saint-Cassian. Ces dolomies supérieures et le trias en général ne paraissent pas se prolonger vers l'O. au delà du Rhin, dans la direction de Balfries et du lac de Wallenstadt, mais peut-être les retrouverait-on dans le massif de Calenda et dans les dolomies grises friables près de Felsberg. Suivant M. Escher les fossiles de Weisshorn et de Parpan seraient ceux de l'étage de Saint-Cassian. Il y en aurait aussi des traces dans l'Engadine, et les dolomies gris-foncé de ces montagnes seraient encore du trias.

En comparant ces faits avec ceux que nous avons décrits dans le Milanais, M. Studer trouve une correspondance remarquable, mais qui cesse dès qu'on s'avance vers l'O., même là où la zone calcaire est très développée sur le bord méridional. A l'est du lac de Como et de la vallée du Rhin ou du méridien de Coire, les roches sédimentaires des Alpes changent complétement de caractères.

Les dépôts gypseux du Tyrol occidental et du Vorarlberg semblent appartenir aux couches de Werfen plutôt qu'à tout autre système. Ils se trouveraient placés entre le verrucano et la dolomie triasique inférieure. On en connaît des gisements considérables à Reutte, à Vils, à Elbingenalp, à Thannberg, où la masse, dirigée E., O., a 1 kilomètre de long et près de 200 mètres de large. A Dalaas sont aussi des exploitations importantes. Il en existe à Saint-Anton, au sud-est de Bludenz et dans le Rellsthall, depuis Villefau jusqu'au lac de Luner, sur une étendue de 3 kilomètres. Dans les dolomies qui recouvrent des grès panachés on remarque 2 bancs, l'un d'albâtre blanc, de 31 mètres d'épaisseur, l'autre de gypse rubané à gros grains, de 94 à 126 mètres d'épaisseur. Au sud-ouest de

Gisements de gypse.

Bregenz la vallée d'Allwier renferme aussi de la pierre à plâtre (1).

Nous avons donné pour le Vorarlberg et le Tyrol septentrional un *Appendice bibliographique* auquel nous renverrons le lecteur (*antè*, vol. VII, p. 355).

### § 4. — Alpes de la Suisse et de la Savoie.

Suisse. Les cartes géologiques de la Suisse n'indiquent plus de dépôts triasiques dans la région des Alpes, à partir de la rive gauche du Rhin supérieur. Il semble que la grande dépression dans laquelle coule aujourd'hui le fleuve, entre Coire et Vaduz, ait été pour eux une barrière infranchissable. Seulement, dans le massif montagneux limité à l'est et au sud par la rive gauche du Rhin, depuis Sargans jusque vers sa source, au nord et à l'ouest par le lac de Wallenstadt et la vallée de la Linth, massif que couronnent, sur sa limite méridionale, les hautes cimes du Ringelkopf, du Martinloch, du Rinkeukopt, du Dödi, etc., la carte en quatre feuilles publiée en 1853 par MM. Studer et Escher indique des étendues considérables, au sud et au nord, occupées par le *verrucano*. Plusieurs lambeaux isolés relient les deux masses principales de cette roche recouverte, tantôt par le second groupe oolithique ($J^3$), tantôt par le troisième ($J^2$) ou même par des dépôts tertiaires inférieurs (flysch). Sur sa carte géologique de l'Europe, A. Dumont a suivi cette indication en attribuant au *verrucano* la teinte du trias.

Sur la réduction de la carte géologique de la Suisse, publiée en 1855, on observe un changement notable dans la répartition de ce même *verrucano* dont on ne retrouve plus qu'un petit lambeau dans la vallée du Rhin, près de Tumins; tout le reste de la pente méridionale des montagnes qui bordent la rive gauche en amont de ce point jusqu'à Sedrun et certaines portions des sommités mêmes de la chaîne, coloriées précédemment comme étant du *verrucano*, le sont ici comme appartenant au gneiss et au micaschiste (γ).

Nous n'avons d'ailleurs aucun motif pour regarder encore d'une manière absolue les roches désignées en cet endroit sous le nom de *verrucano* comme une dépendance du trias, bien que dans la légende des deux cartes il se trouve placé entre le grès bigarré *au-dessus* et les

(1) *Coup d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne*, p. 189-190, 1855.

schistes à Bélemnites *au-dessous.* Cette indication provient sans doute de la difficulté qu'il y avait à exprimer dans une colonne les incertitudes résultant des relations de ces derniers avec les couches à anthracite. Cependant aucun dépôt permien n'ayant encore été constaté dans la région des Alpes, et le système carbonifère manquant sur leur versant nord, où M. Studer a marqué dans plusieurs endroits des dépôts de ce même grès ou conglomérat à la jonction du trias, des roches cristallines ou de la grauwacke, on peut penser que le *verrucano* du massif montagneux dont nous venons de parler en est le prolongement et qu'alors il ferait encore partie de la base du trias, de ce groupe si varié dans sa composition, que nous avons souvent désigné sous le nom de *couches* ou *schistes de Werfen.* C'est ainsi en effet que cette surface a été coloriée sur la carte de l'Europe de MM. Murchison et Nicol. Mais si d'un autre côté sa liaison venait à être démontrée avec les grès et les poudingues qui, au sud-ouest, dans le bas Valais, ont présenté des empreintes de plantes houillères, son âge se trouverait par cela même déterminé.

Au sud-ouest de cette haute région des Alpes de Saint-Gall et de Glaris, en Suisse, en Savoie et en France, aucune carte n'indique de dépôts triasiques incontestables, c'est-à-dire ayant offert des fossiles de cette période ; mais nous trouvons mentionnées dans quelques mémoires diverses roches que les auteurs y ont rapportées et dont nous allons nous occuper. **Savoie.**

Il est peu probable, dit M. Studer (1), que les trois termes du trias soient jamais reconnus en Savoie, dans les Alpes calcaires du canton de Vaud, de l'Oberland bernois ou de la Suisse moyenne. Le long de la limite nord des aiguilles Rouges, on aperçoit, au-dessus des schistes à anthracite, un quartzite tacheté, recouvert de calcaires magnésiens, et plus haut de calcaires noirs, noduleux, quartzifères, avec des Pentacrines, des oolithes ferrugineuses et que caractérisent des Ammonites du Kelloway-Rock. Les calcaires magnésiens pourraient être les représentants du muschelkalk, et les quartzites tachetés ceux du grès bigarré. Dans le massif de la Jungfrau il y a, entre le calcaire magnésien et le calcaire à Bélemnites, un quartzite supérieur avec des schistes de diverses couleurs qui pourraient aussi représenter les marnes irisées ; mais depuis Gênes et Nice jusqu'à la frontière orientale de la Suisse on n'a point

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 14, 1853.

rencontré de fossiles triasiques. Les roches n'ont qu'une ressemblance éloignée avec celles du trias, et l'on pourrait tout aussi bien supposer qu'elles appartiennent au système des couches à anthracite placé dessous qu'au système jurassique qui les recouvre.

De son côté M. Fournet (1) s'est attaché à prouver l'existence du trias depuis le Valais jusque sur le revers méridional du Pelvoux en Oisans. En partant de Bex, dans la vallée du Rhône, il a visité successivement les environs d'Orcières, de la Tête-Noire, de Valorsine, diverses parties de la vallée de Chamounix, Saint-Gervais, le col du Bonhomme, Ugine, Petit-Cœur, le col de la Madeleine, Allevard, la Mure, Champoléon et le Mont-de-Lans. Les roches de cette formation ressemblent, dit l'auteur, au trias atrophié des environs de Lyon; ce sont des grès de diverses couleurs, des conglomérats, des calcaires, des cargneules et des dolomies ferrugineuses. Au col du Bonhomme ces assises bien développées constituent le *grès singulier* de de Saussure. Au col de Salenton et au Trient elles reposent sur les formations plus anciennes. Leur stratification est discordante par rapport aux dépôts charbonneux du Péchagnard (Isère), et elle l'est également par rapport aux couches jurassiques qui les recouvrent aux environs d'Allevard (*antè*, p. 195). Ces strates présumés triasiques, comme on l'a dit, n'ont d'ailleurs présenté aucun fossile, et ces aperçus pétrographiques demanderaient à être accompagnés et justifiés par de nombreux profils exécutés à des échelles suffisantes pour qu'on puisse se rendre compte de l'importance des faits et déterminer l'âge de ces couches, encore problématiques comme celui de beaucoup d'autres avec lesquelles elles sont en relation plus ou moins immédiate.

Malgré ce que nous avons dit plus haut, les cartes géologiques de la Suisse de MM. Studer et Escher de la Linth indiquent, sur la rive méridionale du lac de Genève à l'est et à l'ouest de Meillerie, deux lambeaux coloriés comme appartenant aux couches de Saint-Cassian ($t^4$), sur la plus ancienne de ces cartes, celle en quatre feuilles de 1853, et désignés sous le nom de couches de Kössen ($t^4$) sur la réduction en une feuille de 1855. Un troisième lambeau est marqué plus à l'ouest, dans la vallée de la Dranse, entre la Forclaz et Cermoy. Il résulte en effet de l'explication donnée par M. Escher

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 548, 1850.

de la Linth à M. de Mortillet (1) que ces lambeaux calcaires, exploités pour la fabrication de la chaux, ne sont plus, dans l'opinion de l'auteur, les équivalents de l'étage de Saint-Cassian, mais qu'ils représentent des couches de Kössen, regardées par M. Mérian comme appartenant au trias supérieur et non au lias. On a vu que ces couches avaient été placées depuis dans le quatrième étage du lias, et les fossiles que cite M. de Mortillet sur divers points justifient complétement cette dernière opinion.

En faisant allusion aux idées émises par M. Fournet, le même géologue (2) pense que les données ne sont pas encore suffisantes pour qu'on admette l'existence du trias en Savoie, tandis que sur plusieurs points le lias et les dépôts anthracifères sont en contact immédiat, et que toutes les roches signalées se classent facilement avec l'un ou avec les autres.

Plus récemment M. A. Favre (3), qui possède une connaissance si approfondie des Alpes de la Savoie, est revenu sur ce sujet. D'après ce savant, les couches du lias des environs de Meillerie et de la vallée de la Dranse sont redressées en forme d'U et placées ainsi les unes dans les autres. Celles de l'intérieur seules ou du centre appartiennent aux strates de Kössen ou quatrième étage du lias, et celles qui sont placées en dehors de la courbe sont des cargneules et des gypses, en masses très puissantes, qui représenteraient les marnes irisées. On n'y a point encore rencontré de débris organiques, tandis qu'on a vu qu'ils étaient très répandus dans le lias. Ces gypses et ces cargneules se montrent d'ailleurs dans presque tous les massifs que constitue le lias du Chablais, et, en poursuivant ses recherches au delà, le savant auteur en a conclu que la plupart de ces roches appartiennent aux marnes irisées dans les Alpes de la Savoie, et qu'il en serait de même de toutes les cargneules associées aux assises jurassiques inférieures de cette région. Ainsi dans le voisinage du Mont-Blanc, les roches magnésiennes et

(1) *Trias du Chablais* (*Bull. Soc. florimontane d'Annecy*, séance du 29 nov. 1855).

(2) *Prodrome d'une géologie de la Savoie*, p. 34, in-4° avec coupes, 1855. — *Géologie et minéralogie de la Savoie*, p. 184-189, in-8°. Chambéry, 1858.

(3) *Compt. rend.*, vol. XLVII, p. 518, 1858. — *Procès-verbaux de la 43e session de la Soc. helvét. des sc. natur.*, en 1858, p. 24. — *Rapport sur les travaux de la Soc. de phys. et des sc. nat. de Genève*, par M. Gauthier, p. 17, 24 juin 1858.

gypseuses existent au-dessous de ces dernières. Ce sont elles qui renferment les dépôts salifères de Bex et de la Tarentaise, et elles occupent des zones que l'on peut suivre sur 20 et 25 lieues de longueur depuis le Valais jusque dans les Alpes françaises.

Elles ne forment point des amas mais des couches plus ou moins régulières et plus ou moins continues. Immédiatement au-dessous se montre un schiste argilo-ferrugineux rouge et vert, ressemblant beaucoup aux marnes irisées, mais plus dur et plus solide. Enfin plus bas encore est un grès ou une arkose à grain de quartz rose et sans fossiles, de sorte que M. Favre hésite à réunir cette dernière roche aux marnes irisées ou à la regarder comme un représentant du grès bigarré. De nombreuses coupes prises dans diverses localités de la Savoie montrent ces trois divisions toujours placées entre les dépôts jurassiques et les roches cristallines ou anthracifères. Les cargneules existent également dans la coupe si souvent mentionnée et refaite de la localité de Petit-Cœur en Tarentaise. Enfin les trois assises précédentes qui joueraient ainsi un rôle important dans cette partie des Alpes du nord-ouest se montrent à de très grandes hauteurs, tel que le sommet des aiguilles Rouges à 2944 mètres, et elles règnent sur tout le pourtour de la chaîne du Mont-Blanc.

Ces résultats ont été confirmés et développés dans un excellent *Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie* (1), accompagné de profils exécutés avec le plus grand soin et qui jettent une vive lumière sur les rapports stratigraphiques de ces couches présumées représenter le groupe des marnes irisées, depuis le pied de la Jungfrau dans l'Oberland jusqu'aux Alpes françaises. Ces coupes font voir que la série est plus complexe que nous ne l'avions supposé d'après les notes précédentes et qu'elle se compose de cinq termes différents dont quatre s'observent à la fois dans plusieurs localités. Ce sont, à partir de la base du lias : 1° calcaire rouge (Taninge, Matringe); 2° cargneule et gypse (partout); 3° schiste argilo-ferrugineux rouge et vert (presque partout); 4° ardoise (cols de Salenfe et de Saleuton); 5° grès et arkose formant partout la base de la série. Elles montrent aussi que, si ces dépôts sont normalement recouverts par le quatrième étage du lias, rien n'est plus varié que leur *substratum*. Ainsi ils reposent sur la

---

(1) *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. natur. de Genève*, avec 3 pl. de coupes, vol. XV, 1859.

formation houillère à Taninge, à Moïde, aux Posettes, à Petit-Cœur et au col des Encombres, sur des schistes cristallins, aux environs de Morcles, au Buet, au col de Salenton, aux aiguilles Rouges, à Flumet, autour du Mont-Blanc et du mont Chélif. Enfin l'ensemble de ces roches paraît constituer un bon horizon géologique propre à faciliter dans cette région des Alpes la distinction et la séparation des formations jurassique et carbonifère.

REMARQUES GÉNÉRALES SUR LES CHAPITRES VII ET VIII.

Après les recherches multipliées dont les dépôts triasiques des deux versants des Alpes ont été l'objet depuis quinze ans et dont nous avons essayé d'exposer les résultats dans les deux chapitres précédents, on pouvait espérer que nous arriverions à une coordination méthodique des éléments variés qu'elles nous ont révélés, considérés d'abord entre eux, puis relativement aux sédiments du même âge dont nous avons déjà parlé comme à ceux du centre et du nord de l'Allemagne dont il nous reste à traiter. Mais si l'on se rappelle ce que nous avons dit en terminant les diverses sections ou divisions géographiques que nous avons établies, afin d'éviter la confusion dans l'énumération de faits si complexes et si nombreux, on reconnaîtra que cette synthèse, bien désirable sans doute, n'est pas encore possible dans l'état actuel des choses. Nous nous bornerons donc à présenter ici quelques aperçus généraux qui ressortent de ces faits et qui, moins arides que les détails que nous avons dû reproduire, appelleront l'attention sur les points les plus essentiels de notre sujet. Ces remarques, que nous avions en quelque sorte annoncées à la fin du chapitre VII (p. 339), et faites à un point de vue différent de celles que nous avons reproduites ci-dessus (p. 390), peuvent d'ailleurs en être regardées comme un complément plus détaillé et plus spécial relatif à la formation qui nous occupe.

Dans le Milanais les classifications les plus récentes, proposées par deux géologues distingués, sont si peu d'accord, relativement au véritable niveau de certains systèmes de couches comparées soit à celles du versant nord des Alpes, soit à celles des provinces Illyriennes, de la Vénétie et même du Tyrol méridional qui est contigu, qu'aucune conclusion ne nous semble actuellement possible. Ce qui paraissait si bien déterminé par l'un de ces observateurs, en 1858, est remis en question ou déterminé dans un autre sens

par les assertions opposées de l'autre, en 1859; nous ne pouvons donc que renvoyer le lecteur à la discussion des arguments que nous avons rapportés.

Si dans le Tyrol méridional l'étage des couches de Saint-Cassian occupe une position assez nettement définie, entre les dolomies jurassiques et des assises qui représenteraient le muschelkalk, lorsque nous nous avançons vers l'est dans les provinces Vénitiennes, déjà plusieurs modifications rendent les rapprochements douteux, par la distinction de nouvelles assises (*Pietra verde*, couches à Halobies ou de Wengen, tufs doléritiques, calcaires dolomitiques bitumineux).

Dans les provinces Illyriennes, particulièrement dans les vallées supérieures de la Drave et de la Gail, ces assises fossilifères de Raibl et de Bleiberg, dont les faunes déjà assez différentes entre elles n'ont qu'un bien petit nombre d'espèces communes avec celle de l'étage de Saint-Cassian, nous représentent-elles avec certitude le résultat de modifications dans le temps, telles que nous devions les considérer comme des horizons réellement distincts, ou bien ne sont-elles encore que des modifications locales, géographiques ou dans l'espace, qui permettraient de regarder leurs faunes comme contemporaines? C'est là une question que l'avenir doit résoudre.

Jusqu'ici les difficultés de la coordination existent surtout pour les dépôts rangés par quelques géologues sous la désignation de *trias supérieur* et dont l'ensemble correspondrait au groupe des marnes irisées des autres pays, car ceux qu'on a réunis sous le nom de *trias inférieur* semblent correspondre, malgré la diversité de leurs caractères et leurs changements fréquents, les uns au groupe du muschelkalk, les autres à celui du grès bigarré. Ces derniers sont plus particulièrement appelés *schistes de Werfen*, dénomination empruntée au versant nord des Alpes, les premiers *calcaires de Guttenstein*, d'après une localité placée aussi sur ce côté de la chaîne. En outre, quelques observateurs persistent à voir encore, dans les grès rouges et surtout dans les poudingues les plus inférieurs (*verrucano*), les représentants d'un système plus ancien ou paléozoïque.

Sur une grande partie du versant septentrional, ces deux groupes inférieurs de la formation ont une certaine constance et renferment peu de fossiles. Le plus ancien affecte souvent l'aspect du grès bigarré et paraît être le gisement principal des gypses et du sel

gemme ; le plus récent ou calcaire de Guttenstein a cela de particulier que sa faune offre beaucoup moins d'analogie avec celle du véritable muschelkalk de l'Allemagne que son équivalent du versant sud de la chaîne.

Quant au *trias supérieur* du versant nord, sa ressemblance avec celui du versant opposé est assez faible sous le rapport pétrographique comme sous celui des fossiles, et un bien petit nombre d'espèces relient leurs dépôts. Des divisions particulières s'y montrent au-dessus du principal horizon qui repose sur le calcaire de Guttenstein, et que nous avons vu désigné sous le nom de calcaire d'Hallstadt, caractérisé surtout par le nombre, la variété et la dimension des mollusques céphalopodes, et souvent aussi représenté par des dolomies de teintes claires. Si certaines observations faites dans la Carinthie orientale et dans le Tyrol septentrional venaient à être confirmées et généralisées, la superposition directe des couches de Saint-Cassian à ce même horizon serait déjà une donnée essentielle; mais il resterait encore à retrouver au sud l'équivalent réel des couches d'Hallstadt et à déterminer au nord celui ou ceux des couches de Bleiberg et de Raibl.

En effet, sur ce dernier côté des Alpes des couches à *Cardita*, des dolomies, des couches à Bactryllies, à Halobies, des schistes à poissons, etc., sont autant d'éléments particuliers dont il paraît fort difficile d'établir et de suivre les rapports à travers la multitude d'accidents que le pays offre à chaque pas. Cependant la distinction et le classement des couches de Kössen et de Dachstein, que nous avons vues définitivement ramenées à la base du lias (*antè*, vol. VII, p. 382) ont été d'un grand secours pour arriver à débrouiller un peu ce qui vient immédiatement au-dessous.

Si les observateurs ont rencontré tant de difficultés à travers les Alpes de l'Autriche, du Salzbourg, du Tyrol septentrional et du Vorarlberg, jusqu'à la rive droite du Rhin, ils étaient au moins guidés par la présence de quelques fossiles qui prouvent qu'ils marchaient sur des dépôts triasiques, tandis qu'au delà, à partir de la rive gauche du fleuve, en Suisse, en Savoie et jusque dans les Alpes françaises, toute certitude cesse à cet égard, les débris organiques faisant jusqu'à présent complétement défaut.

A la discontinuité des couches, à la variété de leurs caractères pétrographiques, à leur différence d'épaisseur sur des points très rapprochés, aux dislocations nombreuses qu'elles ont éprouvées vient s'ajouter la diversité de leurs faunes, surtout dans le *trias*

*supérieur*, dans cette série d'assises polymorphes, comprises entre les couches de Guttenstein représentant le muschelkalk et celles de Kössen et de Dachstein équivalent du quatrième étage du lias, série enfin qui, comme on l'a dit, correspondrait seulement au groupe des marnes irisées.

La multiplicité et l'association des types d'animaux qui ont peuplé les eaux de cette dernière période, sur l'emplacement actuel des Alpes à l'est du méridien de Milan, est un sujet digne de toute l'attention des géologues. Cette faune triasique supérieure si complexe, qu'on rencontre aujourd'hui par lambeaux disséminés çà et là au milieu des montagnes les plus accidentées, prise dans son ensemble, nous offre des anomalies telles qu'on n'en trouve pas un second exemple dans toute la série des terrains sédimentaires.

Comment les faunes plus ou moins locales d'Ésino, de Saint-Cassian, de Raibl, de Bleiberg, d'Hallstadt et d'Aussee, des couches à Cardites, des couches de Wengen ou à Halobies, des couches à Bactryllies, des schistes à poissons, etc., si différentes entre elles, où quelques formes propres aux âges paléozoïques sont associées à des types particuliers au trias, ou bien au pays, puis à d'autres qui semblaient être exclusifs à l'ère jurassique (*antè*, p. 313, 325, 384 et 385), comment ces faunes, disons-nous, se trouvent-elles pour ainsi dire reléguées dans cette seule région des Alpes, et n'ont-elles encore aucun équivalent zoologique dans les autres parties de l'Europe où tous les termes du trias sont le mieux développés ?

Pourquoi est-ce précisément ici et vers la fin de la période qu'apparaissent encore quelques types organiques depuis longtemps éteints, qui, partout ailleurs, ne s'élèvent pas au-dessus des roches carbonifères ou permiennes, et qui n'ont laissé aucune trace de leur existence ni dans le grès bigarré ni dans le muschelkalk déposés immédiatement sur ces dernières, non-seulement dans les pays éloignés, mais même dans celui-ci ? Partout en effet la faune triasique inférieure ou du grès bigarré et du muschelkalk a ses caractères propres et indépendants de celles qui l'ont précédée et de celles qui l'ont suivie, tandis que la faune triasique supérieure ou des marnes irisées ordinairement si insignifiante, si pauvre, vient se révéler sur ces pentes des Alpes par une richesse de formes et une exubérance de vie qui n'ont été surpassées dans aucune autre période d'une égale durée.

Si l'on se rappelle maintenant ce que nous avons dit de la formation jurassique de cette partie des Alpes (*antè*, vol. VII, p. 404),

on verra sans doute, dans les caractères si particuliers qu'y présente aussi le trias, une nouvelle preuve des causes auxquelles nous avons attribué les variations qu'affectent généralement les roches sédimentaires considérées dans l'espace qu'occupent aujourd'hui les chaînes de montagnes complexes, dans ces régions privilégiées en quelque sorte pour être le siége de perturbations incessantes. Ces causes ont produit cette variété de dépôts et de faunes qui nous étonne, ces anomalies apparentes dans l'ordre de la nature, tandis qu'à peu de distance, en dehors de leur sphère d'activité, la succession et les modifications des uns et des autres avaient lieu suivant de véritables lois faciles à constater.

Mais si d'une part ces causes multiples ont concouru à un développement particulier des forces organiques, de l'autre, contrairement à la marche régulière de l'extinction des êtres, elles auraient ici favorisé la persistance de certains types au delà de leur vie normale. Nous devons donc être très réservés dans nos conclusions générales sur la distribution géographique des faunes, et l'on devra toujours tenir compte des résultats que l'étude de plus en plus approfondie des pays de montagnes pourra nous révéler, car sans eux ces conclusions peuvent être incomplètes ou prématurées.

---

# CHAPITRE IX.

## FORMATION TRIASIQUE DU SUD-OUEST DE L'ALLEMAGNE.

C'est en Allemagne que le trias occupe l'étendue la plus considérable, et que ses divers termes sont le plus régulièrement développés et le mieux caractérisés.

Il est limité au nord par une courbe qui, partant d'Altenbourg en Saxe, passerait par Halle, Magdebourg, Brunswick et Osnabruck; à l'est par une ligne très sinueuse, dirigée d'abord E.,O., et présentant sa concavité au N., depuis les environs de Gera jusqu'à Eisnach, puis se repliant brusquement autour de l'extrémité du Thuringerwald, pour se diriger au S.-E., en suivant le cours de la Verra et celui du Main-Rouge, jusqu'aux environs de Bayreuth et d'Amberg. Cette ligne borde au nord-est le Frankenwald et l'extrémité méridionale du Fichtelgebirge. Contournant au delà la pointe jurassique de la Franconie, comme précédemment celle du Thuringerwald, la limite dont nous parlons redescend au S.-E., en passant à l'est de Bamberg et de Nuremberg, se recourbe en accompagnant au S.-O. la ligne du lias qui borde le pied nord de l'albe du Wurtemberg, et longe la vallée de la Wutach jusqu'au Rhin.

La limite occidentale de cette même surface est beaucoup plus simple, car du versant méridional du Teutoburgerwald, elle se dirige au S., presque en ligne droite, depuis Dribourg, Marbourg, Giessen, Darmstadt, Heidelberg, Karlsruhe, Freyburg, jusqu'à Bâle, se rapprochant ainsi de plus en plus de la limite orientale, avec laquelle elle se confond dans le canton d'Argovie.

Dans cette vaste étendue, les couches du trias sont découpées ou interrompues çà et là par les affleurements des roches de transition, par des roches cristallines anciennes, par des porphyres et des produits ignés plus récents, ou bien elles sont recouvertes par des dépôts tertiaires. Mais cette interruption n'est jamais complète, et, si l'on fait abstraction des sédiments quaternaires, on peut des environs de Hall se rendre jusqu'à Bâle sans cesser de marcher sur des couches triasiques. Cette disposition générale est indiquée sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol, de même que

sur celle d'A. Dumont, mais avec beaucoup plus de soin sur cette dernière, où la formation n'est aussi représentée que par une seule teinte.

La description de la surface dont nous venons d'esquisser grossièrement les contours est assez difficile, parce que les caractères physiques en sont extrêmement variés, et que l'orographie, comme l'hydrographie, ne nous offre aucune de ces grandes divisions qui aident à fractionner ou à grouper les données géologiques. En outre, les circonscriptions politiques des divers États qui s'y trouvent compris, en tout ou en partie, sont on ne peut plus compliquées; de sorte que nous sommes obligé de tracer des divisions géographiques pour ainsi dire arbitraires, afin de présenter avec le plus de clarté possible cette partie de notre travail, d'autant plus essentielle qu'elle comprend le pays où l'on a pris le type de la formation qui nous occupe.

Cette surface se trouve divisée en deux portions à peu près égales par la ligne de partage des eaux du Danube et du Main, d'une part, et celles des affluents de l'Elbe et du Weser, de l'autre. Cette ligne sinueuse s'étend au nord de Cobourg, entre les montagnes de transition du Frankenwald, à l'est, et le massif basaltique et trachytique du Vogels-Gebirge à l'ouest. Le trias, resserré dans cet espace comme dans une sorte de détroit, est encore partagé dans son milieu par les produits ignés du Rhön-Gebirge allongé du N. au S. On peut donc considérer la formation triasique de l'Allemagne comme étant disposée suivant deux grands plans inclinés, l'un au S. et l'autre au N., de chaque côté de la ligne de partage que nous venons d'indiquer.

Nous comprendrons dans ce chapitre la description du trias qui s'étend au midi de cette ligne, dans le duché de Cobourg, la Bavière, le Wurtemberg, le duché de Bade et les cantons du nord de la Suisse; dans le suivant, nous étudierons le prolongement de ces mêmes dépôts au nord dans la Saxe occidentale, la Thuringe, les petits États de l'Allemagne centrale, le Hanovre, le duché de Brunswick, la Prusse, la haute Silésie et la Pologne méridionale.

### § 1. — Nord de la Suisse.

Observations diverses.

En commençant la description du lias dans le Jura suisse, nous disions : « Au fur et à mesure que l'on descend dans la série des « couches, on doit s'attendre à trouver des surfaces découvertes de

» moins en moins étendues, et en effet les dépôts du trias sont en-» core plus restreints que ceux du lias » (*antè*, vol. VII, p. 74). Nous avons dit aussi (*ibid.*, p. 7) que l'effet dynamique auquel Thurmann avait appliqué l'expression de *soulèvements de troisième ordre* avait amené au jour, par suite d'un plus grand écartement des groupes jurassiques supérieurs, le lias et les marnes irisées dans les chaînons du Passwang, du Mont-Terrible, du Chasseron, etc., de même que les *soulèvements du quatrième ordre* avaient fait affleurer le muschelkalk suivant l'axe de la brisure, comme dans la vallée de Mettingen, etc. Voyons actuellement comment, quelques années après, M. Gressly (1) comprenait les couches du trias dans le canton de Soleure.

Il y reconnaît l'existence des marnes irisées, du muschelkalk et du grès bigarré, qu'il semble confondre ici avec le grès rouge (*rothe todte Liegende*). Ces divisions n'ont d'ailleurs rien de particulier. Les fossiles y sont très rares, et l'auteur ne cite qu'une dent de *Ceratodus*. Le gypse, la dolomie, le sel gemme, accompagnent les divers groupes, suivant l'axe médian des principaux chaînons. Ces substances sont intimement liées entre elles, ainsi qu'avec les roches environnantes, et, leur présence paraissant en rapport avec certains phénomènes orographiques, M. Gressly est disposé à leur attribuer une origine étrangère et postérieure à la formation des dépôts qui les renferment, hypothèse souvent reproduite, mais que les faits justifient rarement.

Dans les marnes irisées, le gypse est tantôt en bancs assez réguliers, discontinus, tantôt en amas ou en rognons. Dans le muschelkalk où le calcaire domine, le gypse est très développé, et les calcaires qui auraient d'abord été transformés en dolomie seraient passés ensuite à l'état de sulfate de chaux par une modification de cette dernière. Quant au grès bigarré, où le calcaire est peu répandu, la dolomie et les gypses sont moins fréquents. Ces substances se trouvent en filons, et seraient des produits immédiats d'émanations souterraines ou ignées.

En poursuivant ses recherches dans le canton d'Argovie, le même géologue (2) adopte la nomenclature de M. d'Alberti (*antè*, p. 10[a]),

(1) *Observations géologiques sur le Jura soleurois* (*Nouv. mém. de la Soc. helvétique des sc. natur.*, vol. II, 1838, avec 4 pl. de coupes).

(2) *Uebersicht der Geologie d. Nordwestl. Aargau's* (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 153).

et décrit les marnes irisées, dont l'épaisseur est de 60 à 100 mètres, et comprennent des marnes argileuses grises et noirâtres. Elles renferment des lits de gypse, de dolomie et des traces de sel. Vers le milieu de la hauteur, sont des argiles charbonneuses, souvent des calcaires dolomitiques gris, jaunes, avec des dendrites et tachés de bleu. On y trouve des restes d'équisétacées et de cycadées. Ces couches recouvrent les dolomies du muschelkalk.

Celui-ci présente les subdivisions que nous verrons dans le Wurtemberg, tels que le calcaire à Encrines, le calcaire de Friedrichschall, les roches magnésiennes et les calcaires *rogenstein*. Son épaisseur est d'environ 60 mètres, et le tout peut être observé entre Aarau et Olten, au nord de ces deux villes. Les calcaires compactes forment, le long de la rive gauche du Rhin, des rangées de collines très nettement dessinées. Les fossiles peu répandus sont : l'*Encrinus liliiformis*, le *Spondylus Schlotheimi*, la *Lingula tenuissima*, l'*Ammonites nodosus*, un Nautile, le *Pemphix Albertii*, des restes de poissons (*Gyrolepis*) et de sauriens. La sous-division que désigne M. d'Alberti par l'expression de *groupe de l'anhydrite* vient plus bas. Son épaisseur est de 100 mètres, et elle comprend, à partir des calcaires précédents, des marnes tachetées, brunes, gris verdâtre foncé, de 12 à 15 mètres d'épaisseur, des gypses anhydres, plus ou moins solides, de 10 à 30 mètres, des marnes et des argiles salifères gris bleu avec des lits de sel de 7 à 10 mètres de hauteur. Le calcaire ondulé (*Wellenkalk*) serait représenté ici par un calcaire marneux, schistoïde, gris verdâtre, et des dolomies gris jaunâtre, avec *Myophoria*, *Mactromya*, *Pleuromya* et *Plagiostoma*.

Enfin le groupe inférieur ou grès bigarré est très développé sur divers points; à Rheinfelden, il forme la rive droite du Rhin (1), et près de Laufenburg il repose sur le gneiss de la Forêt-Noire.

Sur la carte géologique de la France (1841), on voit les marnes irisées accompagner les affleurements du lias, depuis les environs de

(1) Voy. aussi : P. Mérian, *Uebersicht der Beschaffenheit der Gebirgs bildungen in dem Umgebungen von Basel.*, 1821. — A. Rengger, *Ueber den Umfang der Juraformation*, etc. (*Denkschr. der Allgem. Schweiz. Gesellsch. für die ges. Naturwiss.*, vol. I, 1829). — Escher de la Linth, *Uebersicht. d. geol. Verhältn. d. Schweiz*, Aperçu de la structure géologique de la Suisse. (*Verhandl. d. Schweiz. naturforsch. Gesellsch. bis ihrer Versamm. in Zurich*, 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 847).

Regensberg, à l'est, jusqu'au nord d'Olten. Un lambeau s'observe, dans le prolongement de cette bande, au sud de Waldenburg; un second à la Röthifluh, au nord de Soleure; il y en a deux au sud de Breitenbach: un à l'est de Porrentruy (le Mont-Terrible), et enfin un sur la frontière même de la France, à l'est de Saint-Hippolyte. Plus au nord, entre l'embouchure de l'Aar et Bâle, la rive gauche du Rhin est bordée, d'une manière presque continue, par le même groupe, puis par le muschelkalk, en face d'Hauenstein, de Laufenburg et de Rheinfelden.

On a déjà vu (1) que Thurmann, comprenant sous une même teinte le lias et les marnes irisées, subordonnait ainsi toutes les données géologiques aux formes extérieures du sol, et que son *Esquisse orographique de la chaîne du Jura* ne permettait pas d'apprécier l'étendue relative des deux groupes. Quant au muschelkalk, nous l'y trouvons marqué d'abord avec la bande de marnes irisées de la vallée de l'Aar, au-dessus de Brugg, jusqu'au nord-ouest d'Olten. Après une interruption, il reparaît à l'ouest d'Epling, se dirige, en passant, au nord de Waldenburg, jusqu'à une certaine distance de ce point, et, après avoir été masqué par les marnes irisées, se montre encore au delà de Melting. Il existe également, comme on l'a dit, à la Röthifluh, près Soleure, et au nord il occupe une partie des deux rives du Rhin, depuis le confluent de la Wutach presque jusqu'à Bâle, le grès bigarré n'étant indiqué qu'au fond de quelques vallées.

Les cartes géologiques générales de la Suisse, publiées par MM. Studer et Escher de la Linth en 1853 et 1855, montrent une plus grande précision dans le tracé des trois divisions du trias de cette même région et de la partie méridionale de la Forêt-Noire qui borde la rive droite du Rhin.

Travaux de M. Studer. Marnes irisées.

Les marnes irisées supérieures, avec les argiles charbonneuses, occupent, dit le premier de ces savants (2), des surfaces plus considérables que les deux autres termes de la formation On a déjà fait remarquer que depuis Lons-le-Saulnier, Salins, Besançon, jusqu'à Bâle, on apercevait leurs affleurements dans les dépressions les plus profondes de la contrée. A partir de la dernière de ces villes et de Liestal, le groupe supérieur suit le pied nord du Jura. Dans l'inté-

---

(1) *Antè*, vol. VII, p. 9 et 81.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 225, 1853.

rieur de la chaîne et sur son bord méridional, il apparaît en plusieurs points, sans laisser toujours percer le muschelkalk. De même qu'en Lorraine, les diverses assises sont séparées par des bancs de dolomie qui servent de repère. On y trouve aussi des traces de charbon, des marnes bleues vers le haut et des bancs de grès, comme en France et dans la Souabe.

Les argiles charbonneuses, en relation avec des argiles noires micacées, renferment des empreintes de plantes déjà indiquées par M. Mérian, près de Saint-Jacob. Elles sont recouvertes par une dolomie et un calcaire brun argileux. Dans d'autres localités, on a recueilli l'*Equisetum arenaceum*, l'*E. Meriani*, le *Pecopteris Meriani*, le *Neuropteris Gaillardoti*, le *Tæniopteris vittata*, le *Pterophyllum longifolium*, le *P. Meriani*, le *P. Jægeri*, le *P. enerve*, des bois qui paraissent provenir de dicotylédones et des morceaux d'ambre.

Aux environs de Bâle, l'épaisseur des marnes irisées est de 120 mètres, et celle du lias de 30. Le soulèvement du Mont-Terrible, à l'est de Porrentruy, les a fait affleurer suivant son axe. Dans le sondage exécuté à Cornol (*antè*, vol. VII, p. 72), le muschelkalk n'a été atteint qu'à 150 mètres au-dessous du niveau du gypse des marnes irisées. Ces dernières affleurent dans le cirque de soulèvement de Bärschwyl, que cite M. Gressly comme le type le plus complet du Jura, et sur divers autres points. Au Passwang, les dislocations ont aussi amené au jour les marnes irisées, de même que sur toute la ligne qu'a affectée le muschelkalk à travers le Jura d'Argovie jusqu'à Müseren. Le gypse s'y montre fréquemment; il est exploité dans la vallée de la Reuss, aux environs de Müllingen, et renferme beaucoup de sels de magnésie, utilisés pour les eaux minérales artificielles.

(P. 231). Dans la coupe de l'exploitation d'Ebrendingen, que donne M. Studer, le gypse est recouvert par une brèche dolomitique. Dans celle des environs de Baden, les marnes irisées, en couches verticales au centre du soulèvement, sont flanquées de chaque côté par le lias, auquel succèdent les couches oolithiques inférieures et moyennes, puis la mollasse, également redressée aux extrémités (1).

(1) Mousson, *Geologische Skizze der Umgebungen von Baden in canton Aargau* Zurich, 1840. — Minnich, *Les eaux thermales de Baden, avec un aperçu géognostique des environs.* Baden, 1846.

Les végétaux fossiles rencontrés dans les recherches de charbon, dirigées à travers le groupe triasique supérieur du canton de Bâle, sont, suivant M. Mérian (1), des équisétacées, des fougères, des cycadées et peut-être des bois dicotylédones, mais dont les genres ni les espèces n'ont point été déterminés. Quant aux débris de reptiles provenant de Liestal, au sud-est de la même ville, et qu'a décrits M. Rütimeyer (2), ils paraissent avoir été découverts par M. Gressly, plutôt dans la couche à ossements de la base du lias que dans les marnes irisées proprement dites.

(P. 216.) Le muschelkalk recouvre le grès bigarré dans le voisinage du Jura, et bientôt se développe de manière à le masquer tout à fait. Sur le bord méridional de la Forêt-Noire le passage d'un groupe à l'autre a lieu par une marne dolomitique brun clair, avec des lits minces de dolomie parsemée de calcaire spathique et de dendrites de manganèse. Au-dessus est un calcaire dolomitique en bancs peu épais, gris de fumée, représentant le *calcaire ondulé* de la Souabe. On y trouve disséminé du plomb sulfuré, et il ne s'étend pas au delà du voisinage immédiat de la Forêt-Noire. A cette assise succèdent des marnes avec du gypse, de l'anhydrite et du sel gemme. La masse principale du muschelkalk, considérée particulièrement dans le Jura, est un calcaire solide, gris de fumée, à cassure conchoïde et terreuse à la fois, en strates ondulés de quelques centimètres à un mètre d'épaisseur. Des argiles jaunes recouvrent la surface de ces strates crevassés dans lesquels on observe aussi des concrétions diversiformes de grès siliceux. Cette assise serait l'analogue du calcaire de Friedrichschall de M. d'Alberti. Muschelkalk.

Les dolomies se présentent fréquemment en haut et en bas. La roche est gris-clair ou blanc-sale, à cassure terreuse et devient par places tendre, friable et sablonneuse. Elle contient des veines et des rognons de fer spathique brun, devient celluleuse et passe à une rauchwacke. Sur le bord de la Forêt-Noire des rognons de hornstein gris y forment des bancs noduleux. Un gypse argileux, gris ou rouge, s'y montre avec des veines de gypse fibreux blanc et des cristaux de sélénite. D'après les détails donnés par M. Studer sur les environs de Bâle on voit que le gypse y alterne avec des marnes

(1) *Mém. Soc. d'hist. natur. de Bâle;* rapport des travaux pour 1835. — *L'Institut*, 12 oct. 1836.
(2) *Neu. Jahrb.*, 1857, p. 141.

grises, constituant plutôt des amas limités que des couches étendues. La puissance de ces amas varie à de très petites distances. Ils ont quelquefois une épaisseur de 10 à 20 mètres, puis le gypse disparaît brusquement.

Gisements de sel. La roche subordonnée la plus développée à la partie moyenne du muschelkalk est le sel gemme découvert en 1836 par des sondages exécutés sur les bords du Rhin. Au-dessous de 126 mètres de marnes dolomitiques, de calcaires et de gypse, on a rencontré près de Schweizerhall, entre Bâle et Augst :

| | |
|---|---|
| Sel gemme. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,22 |
| Gypse salifère . . . . . . . . . . . . . . . . | 2,62 |
| Sel gemme. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,24 |
| Anhydrite solide. . . . . . . . . . . . . . | 2,35 |
| Sel gemme. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,86 |

Cette exploitation fournit annuellement 145 mille quintaux de sel du commerce (1).

Dans un forage exécuté à un kilomètre à l'est du précédent, le gypse est plus développé, et le banc de sel a 9 mètres d'épaisseur. Dans un troisième, entrepris à Kaiseraugst on a rencontré, à partir de la couche siliceuse, jusqu'à 47$^{m}$,61, le muschelkalk supérieur, une argile bleue avec des traces de gypse, du gypse et de l'anhydrite jusqu'à 86$^{m}$,67, où l'on a trouvé des morceaux de sel dans une argile bleue. L'eau provenant de ce niveau contenait 25 p. 100 de sel. Au-dessous, cette substance en roches avec des veines d'argile avait 7$^{m}$,3 d'épaisseur, et au delà, jusqu'à 137 mètres, la sonde n'a traversé que des alternances de gypse, d'anhydrite et d'argile bleue.

Dans le canton d'Argovie il y a deux salines établies : l'une en 1844 près de Rheinfelden, l'autre en 1847 près de Ryburg. Le sel a été rencontré à 114 mètres de profondeur ; la première a produit 70 mille quintaux de sel et la seconde 65 mille. D'autres sondages, entrepris sur le bord extérieur du Jura, n'avaient pas encore présenté de résultats satisfaisants en 1853.

Le gypse et le sel gemme se rencontrent en amas discontinus, lenticulaires, plus ou moins étendus. Le sondage de Schleitheim au nord de Schaffhausen, a d'abord traversé le muschelkalk supérieur en couches horizontales, puis, à 10 mètres de profondeur, une marne calcaire vert-bleuâtre, et au delà, de 68 à 87 mètres, des gypses, des

(1) Voy. P. Mérian, *Bericht über d. Verhandl. d. Naturf. Ges. in Basel*, 1844, vol. VI, p. 40-57. — *Neu. Jahrb.*, 1843, p. 158.

marnes et un banc d'anhydrite de 2 mètres. Des marnes et une roche schisteuse avec gypse sont venues ensuite jusqu'à 149$^m$,9 où l'on a atteint le grès bigarré sans rencontrer de sel. En continuant le forage jusqu'à 154 mètres la sonde est arrivée sur un granite à feldspath rouge.

Un sondage exécuté en 1832 près de Beggingen, à l'est, n'a pas été plus heureux en descendant jusqu'à 200 mètres. Un troisième, ouvert entre les deux précédents, a rencontré une eau salée à 108 mètres du jour et, continué jusqu'à 175 mètres, il a atteint le calcaire ondulé dans lequel on s'est arrêté. Un quatrième entrepris en 1838 près d'Unter-Hallau, au sud-ouest, n'a pas non plus donné de résultats; enfin, dans un cinquième, poussé à l'ouest de Bâle jusqu'à 424 mètres, on n'a traversé que l'oolithe inférieure, le lias et les marnes irisées.

Au sud-ouest, dans le Jura français, on a vu que le sel appartenait à ce dernier groupe, circonstance qui suggère à M. Studer plusieurs observations sur la présence de ce minéral à divers niveaux dans la formation triasique. Nous ajouterons ici que cette distribution du sel est à la fois stratigraphique et géographique, puisqu'il manque jusqu'à présent dans toute la formation du versant sud des Alpes, que sur leur versant nord il se trouve dans le groupe inférieur ou grès bigarré, que dans l'est de la France il appartient principalement au groupe supérieur ou des marnes irisées, et que, dans le centre de l'Allemagne et le nord de la Suisse qui est sur son prolongement, c'est dans le muschelkalk ou groupe moyen qu'il existe en plus grande quantité.

Les fossiles du muschelkalk sont moins nombreux en Suisse qu'en Allemagne; quelquefois ils manquent tout à fait. Les plus caractéristiques ont été rencontrés sur les bords de la Reuss près de Müllingen et à l'extrémité de la Forêt-Noire près de Bâle. Ce sont: *Pemphix Sueurii*, *Pleurotomaria Albertina*, *Natica pulla*, *Dentalium læve*, *Myophoria lævigata*, *Mytilus vetustus*, *Avicula socialis*, *Lima striata*, *L. lineata*, *Pecten vestitus*, *P. discites*, *Spondylus comtus*, *Ostrea subanomia*, *O. complicata*, *Spirifer fragilis*, *Encrinus liliiformis*. L'*Ammonites nodosus* a été signalé aux environs de Soleure. Paléontologie.

Le muschelkalk, de même que le trias considéré dans son ensemble, affleure dans la région du Jura, suivant trois lignes ou zones. La plus large de celles-ci, qui renferme le sel gemme, vient des bords du Neckar, longe la Forêt-Noire, passe le Rhin près de Caractères physiques.

Waldshut pour se continuer sur la rive gauche. Les points les plus élevés qu'il atteint sur la rive droite sont le Grenzacherhorn, à 376 mètres, et le Saint-Crischona à 520. Dans l'intérieur des chaînons jurassiques, c'est le groupe le plus ancien que les travaux souterrains aient atteint, et il ne vient au jour que dans le prolongement occidental du Mont-Terrible, près de Meltingen, à 595 mètres d'altitude, près de Nunningen à 655, affleurements qui précèdent les grandes masses de Waldenburg, de Läufelfingen, de Kienberg, etc., vers l'E. La présence du sel, du gypse et des eaux thermales a été attribuée à des actions souterraines énergiques dont s'est occupé M. Gressly.

De Waldenburg où il atteint 521 mètres, le muschelkalk forme jusqu'à Niederdorf une large voûte régulière, dans la partie la plus élevée de laquelle affleurent des gypses et des dolomies. La voûte se continue par le Hauenstein (695 mètres) et le Wysenberg (759 mètres). Près de Kienberg elle atteint 573 mètres et 875 au Räbli qui est couvert de forêts. Sur le bord méridional du Jura les affleurements du même groupe sont plus restreints. On peut l'observer au fond du grand cirque du Weissenstein où la chaîne se bifurque. Il constitue encore la voûte fermée de la Röthifluh où il supporte les marnes irisées et le lias.

Grès bigarré. (P. 212.) Le grès bigarré constitue les assises les plus anciennes de la limite septentrionale du Jura près de Rheinfelden, de Säckingen et de Waldshut, circonstance en rapport avec le soulèvement de la Forêt-Noire dont le gneiss est venu au jour, depuis Oeflingen jusqu'à Kiesenbach sur le Rhin et qui l'a traversé à Laufenburg. Le grès bigarré est ordinairement recouvert par des dépôts plus récents. Dans les vallées de la Schlücht et dans celle de la Steina, ce grès et même le gneiss viennent au jour. Près de Schleitheim, au pied occidental du Randen, il a été rencontré sous le muschelkalk à 143 mètres de profondeur. La teinte générale de la roche est le rouge-brun et ses caractères minéralogiques sont ceux qu'elle affecte le plus ordinairement. Elle est divisée en bancs très épais vers le bas, variée de rouge et de blanc; vers le haut, où l'argile ferrugineuse du ciment tend à prédominer, il y a des argiles schisteuses et des schistes sablonneux de teintes variées. Le mica d'abord très rare devient ici plus abondant. Les fossiles peu communs sont quelques fragments de plantes qui rappellent le *Calamites arenaceus.*

La superposition du grès bigarré au granite se voit près de

Raitbach. Des roches argileuses rouges, porphyroïdes, et des conglomérats rouges qui s'observent au contact avaient été pris pour une dépendance du système permien (*rothe todte Liegende*). A cette première assise succède un grès rouge argileux, à grain fin sans mica, mais avec des grains de quartz hyalin et qui forme la masse inférieure principale de cette division du trias. Le passage du granite ou du gneiss au grès peut être étudié près de Seckingen. Ailleurs le conglomérat qui les sépare manifeste aussi une sorte de passage, et l'inclinaison est au S. Au contact du gneiss le conglomérat en renferme des fragments, avec des nodules de quartz hyalin et des veines tapissées de cristaux de ce minéral et de fluorite. Sur la rive gauche du fleuve, à Laufenburg, on peut remarquer le même passage de la roche cristalline à la roche arénacée ou clastique. La première y plonge de 30° à 40° au S.-O.

Sur le versant oriental de la Forêt-Noire, un grès rouge à nodules de quartz et de cornaline repose sur le gneiss, et les roches argileuses qu'on observe sur d'autres points ne s'y montrent plus. Le grès exploité à Waldshut, pour pierre à meules, est à ciment rare de kaolin. Le grès argileux qui vient au-dessus est violet, traversé par des veines panachées, des filets de quartz ou de cornaline, des rognons creux ou géodes tapissées de calcédoine et de cristaux de quartz rouge ou blanc. Ceux-ci portent quelquefois aussi des cristaux plus gros de chaux carbonatée et de fluorite cubique. Les relations de ces diverses roches sont mises bien à découvert dans vallée de Bannholz sur la Schlücht, où se trouvent le gneiss, le granite, le porphyre, et où le muschelkalk surmonte le grès bigarré. Comme nous l'avons vu pour l'arkose de la Bourgogne et de beaucoup d'autres localités, le quartz, la cornaline, etc., en veines ou en filons, cristallisés ou compactes, sont ici le résultat d'une dissolution aqueuse.

M. H. de Meyer (1) a décrit le *Sclerosaurus armatus*, nouveau reptile saurien trouvé dans le grès bigarré de Warenbach, en face de Rheinfelden.

Dans la partie nord du Jura suisse comme dans le Jura français, le trias ne vient au jour que par suite des brisures de la formation qui lui a succédé. Sans ces accidents nous ne le connaîtrions pas, et il serait enfoui à des profondeurs plus ou moins considérables. Ce Résumé.

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1857, p. 136.

n'est, ni dans l'un ni dans l'autre cas, la limite naturelle des sédiments de cette période que nous apercevons, et la manière dont ils se terminent au sud échappe à nos investigations et même aux spéculations théoriques.

Les trois groupes dont les affleurements se montrent sur les deux rives du Rhin, de même que les dépôts seuls du premier qui apparaissent dans quelques dépressions profondes des départements du Jura et du Doubs, y présentent tous les caractères que nous leur avons déjà vus de part et d'autre des Vosges, où nous les avons étudiés et tels encore que nous allons les voir plus au nord des deux côtés de la Forêt-Noire, contre-partie des Vosges. Ainsi dans la première région, celle du Jura méridional, les couches triasiques disparaissent au sud, comme dans la seconde celle du Jura septentrional, mais dans cette dernière les soulèvements des chaînons des cantons d'Argovie, de Soleure et de Berne, plus transverses à la direction générale des couches, ont amené au jour des masses plus considérables et plus profondes à la fois que dans les départements français.

## § 2. — Wurtemberg.

Limites géographiques.

Le royaume de Wurtemberg, compris entre la Bavière, à l'est, le grand duché de Bade, à l'ouest et au sud, et plusieurs petits états au nord, ne présente aucune limite géographique naturelle, c'est-à-dire en rapport avec les cours d'eau qui l'arrosent, les chaînes de collines qui l'accidentent, ou avec des divisions géologiques quelconques, de sorte que les savants, auxquels on doit la description du trias qui constitue la plus grande partie de son sol, ne se sont point renfermés d'une manière absolue dans ses frontières politiques. Ils ont dû suivre plus ou moins loin les dépôts de cette formation dans les états voisins, et nous les imiterons en cela, sauf à compléter ensuite ce qui concerne plus particulièrement chacun de ces derniers. Outre ces motifs, tirés de la nature même des choses, le trias de ce pays étant devenu pour ainsi dire classique par les travaux spéciaux dont il a été l'objet, et, servant constamment de terme de comparaison pour la description de celui des autres pays, il y aurait eu un grave inconvénient à scinder, par des considérations tout à fait secondaires, un sujet que la nature et la science se sont trouvées d'accord pour ne point diviser.

Limité à l'est et au sud par les dépôts jurassiques et plus parti-

culièrement par le lias qui le recouvre, le trias, considéré dans son ensemble ou comme un tout, s'appuie, à l'ouest sur le grès rouge (*rothe todte Liegende* ou grès des Vosges) et sur les roches cristallines du massif central de la Forêt-Noire, qu'il circonscrit aussi partiellement du côté du Rhin. On a dit qu'au nord il se continuait sans interruption dans les états limitrophes.

Le tableau que nous avons donné (*antè*, p. 10ª) représente sommairement la composition du trias du Wurtemberg, telle que l'a fait connaître M. d'Alberti en 1834. Nous n'y avons apporté d'autre changement que de mettre à la base du lias le grès de Tübingen ou les couches à ossements, conformément aux motifs que nous avons déjà exposés (*antè*, vol. VII, p. 478) et sur lesquels nous reviendrons ci-après. Nous aurions pu, malgré son étendue, présenter une analyse complète de ce travail, publié l'année même où commence notre revue historique, si, plus tard, un savant aussi de ce pays n'avait traité le même sujet à deux reprises différentes. Nous avons pensé qu'il était préférable, tout en prenant comme base de notre classification les résultats obtenus par M. d'Alberti, d'emprunter à l'ouvrage de M. Quenstedt les détails que nous devons reproduire. Classification.

Comme son prédécesseur, ce dernier décrit les divers termes de la formation en procédant de bas en haut ou des plus anciens aux plus récents, contrairement à la marche que nous avons adoptée; mais les difficultés que nous aurions rencontrées à renverser l'ordre des faits énumérés par ces auteurs et surtout à présenter la suite des idées que ces faits leur ont suggérées nous ont déterminé à suivre exceptionnellement leur marche. Un coup d'œil jeté sur les tableaux de classification qui reproduisent l'ordre naturel fera d'ailleurs cesser toute incertitude à cet égard et donnera de suite une idée nette de la position relative de chaque division de la série.

M. Quenstedt ayant publié, en 1851, une seconde édition de son ouvrage sur les formations du Wurtemberg (1), il serait superflu de revenir sur celle qu'il a donnée en 1843. Déjà l'on pouvait regretter que le travail de M. d'Alberti ne fût pas accompagné d'une carte et de coupes stratigraphiques suffisantes; celui de M. Quenstedt laisse encore plus à désirer sous ce rapport. Aucune expression graphique du sujet ne vient en aide à l'intelligence d'un texte fort

(1) *Das Flözgebirge Würtembergs, mit besonderer Rücksicht auf den Jura*, 2ᵉ édit. Tübingen, 1851.

étendu, dans lequel des digressions très développées sur les caractères organiques de certains fossiles interrompent encore les descriptions géologiques, et nuisent à leur intérêt comme à leur clarté. Un tableau théorique ne peut suppléer aux profils naturels, dont il est seulement la synthèse au point de vue de l'auteur. Ces profils, en effet, sont indispensables pour faire juger de la valeur de cette dernière. Quant aux coupes géognostiques (*geognostischer Durchschnitt*, p. 535-545), elles sont, à proprement parler, la représentation synoptique de l'ensemble et de la succession des roches du Wurtemberg, mais elles ne peuvent remplacer une coupe telle, par exemple, que celle qu'a donnée M. de Mandelsloh de l'Albe du même pays.

Nous exprimerons, sous la forme d'un tableau, la classification du trias adoptée par M. Quenstedt, classification qui paraît être l'expression dernière de sa pensée, mais dont les détails, comme on le verra, ne s'accordent pas toujours avec le texte de son livre. Après avoir exposé les faits sur lesquels il s'appuie, nous comparerons ses conclusions avec celles de M. d'Alberti.

| | |
|---|---|
| Marnes irisées (Keuper). | 1. Grès jaune solide, sans fossiles; grès en plaques, avec des fragments de charbon, *Modiola minuta*, *Avicula gracilis*, des Myacites; au-dessous, argile rouge produisant un sol d'une grande fertilité.<br>2. Grès blanc très épais, alternant avec des lits d'argile bariolée, souvent bleu-clair. Des fragments de silex, d'agate, de jayet et des ossements de saurien (*Phythosaurus*) y sont disséminés. Des veines de charbon existent à la base de l'assise.<br>3. Marnes panachées et grès siliceux cristallisé, subordonné.<br>4. Grès vert, rougeâtre, avec des fragments de charbon, des restes de plantes (*Equisetum columnare*. *Calamites arenaceus*, *Pterophyllum Jægeri*, *Tæniopteris vittata*, *Pecopteris stuttgartiensis*.<br>5. Gypse et argile. |
| Muschelkalk. | 1. Argile charbonneuse (*Lettenkohle*); dolomie flammulée, bancs calcaires avec *Posidonomya minuta*, *Lingula tenuissima*, *Trigonia Goldfussi*, *Gervillia socialis* et des débris de poissons. Charbon et argile avec *Mastodonsaurus*. Grès gris avec *Equisetum*.<br>2. Muschelkalk supérieur; couches à ossements, passant au grès précédent: Coprolithes, *Gyrolepis tenuistriatus*. *Placodus Gaillardoti*, *Psammodus*, *Hybodus plicatilis*. *Dracosaurus Bronni*. Dolomie ou rauchwacke avec *Pemphix Sueurii*. *Fusus Hehlii*. Calcaire argileux en plaques, surtout riche en fossiles. (Débris de poissons et de sauriens, *Ammonites nodosus*, *Nautilus bidorsatus*, *Rhyncholithes avirostris*. *Turritella scalata* *Melania Schlotheimii*, *Terebratula vulgaris*, *Spirifer fragilis*, *Lima striata* *Pecten lævigatus*, *Gervillia socialis*, *Trigonia vulgaris*. *Encrinus liliiformis*, *Ophiura*, *Cidarites*. Calcaire spongieux ou écumeux, avec stylolithes, en bancs épais; quartz gris et enfumé.<br>3. Couches salifères; calcaire celluleux. Gypse, anhydrite, argile et sel gemme. Quelques bancs calcaires rares, subordonnés; fossiles peu nombreux.<br>4. Calcaire ondulé (*Wellenkalk*); calcaire marneux en plaques, onduleux, avec *Trigonia vulgaris*, *T. orbicularis*, *Mytilus costatus*, etc. Dolomie ondulée, avec *Ammonites Buchii*, *Nautilus bidorsatus*, *Melania Schlotheimii*, *Terebratula vulgaris*. *Lima lineata*, *Gervillia socialis*, *Trigonia cardissoides*, *Myacites*, *Ichthyosaurus*. |
| Grès bigarré (bunt. Sandstein). | 1. Grès argileux, argile rouge et beaucoup de baryte.<br>2. Grès siliceux tacheté. |

Groupe du grès bigarré. Caractères généraux.

M. Quenstedt (p. 28) établit trois divisions (*a*, *b*, *c*) dans le grès bigarré au lieu de deux (*a*, *b*) qu'on trouve ici (p. 544), parce qu'il abaisse les dolomies ondulées dans ce groupe, au lieu de les réunir au suivant.

(P. 26). La base du groupe inférieur de la formation est un grès à grains de quartz hyalin cristallisé, reliés par un ciment d'oxyde rouge de fer, ou par du feldspath blanc rosâtre, à moitié décomposé, reconnaissable à son aspect terreux, ou encore par un ciment quartzeux homogène. Les bancs sont épais et horizontaux; on y trouve aussi des cailloux de quartz arrondis, de la grosseur d'une noix. La teinte de la roche est généralement blanche. L'oxyde rouge de fer se présente dans les couches d'argile ou à leur contact, et les colore vivement, ainsi que le sol superficiel de la contrée qu'elles recouvrent. La série des couches du grès bigarré, auquel l'auteur assigne une épaisseur de 230 mètres (1), est très difficile à apprécier exactement, car on n'y rencontre point de fossiles dont la distribution régulière permette d'établir des niveaux ou des repères certains; et, d'un autre côté, la structure uniforme de la masse empêche toute division suffisamment justifiée dans sa hauteur. Sur les pentes des ravins, on voit de gros blocs de grès, durs, solides, accumulés et masquant la tranche des couches; en outre, la surface du sol est partout recouverte d'une riche végétation forestière. La roche, presque toujours plus ou moins désagrégée, laisse rarement distinguer la stratification d'une manière nette, même sur les talus des coteaux.

Le grès est fréquemment moucheté d'oxyde de manganèse, et ces taches, de la grosseur d'un pois, moins solides que le reste de la roche, prennent parfois de plus grandes dimensions pour constituer des masses arrondies, sableuses, qui se désagrègent lorsque les couches sont brisées. Elles sont rarement tout à fait noires et présentent des zones concentriques, alternativement noires et rouges (au-dessus de Schramberg, Kniebis, Herrenalb). La ressemblance que ces taches donnent au grès avec l'aspect d'une peau de tigre lui a fait donner en Saxe le nom de *Tigersandstein*. Dans le Wurtemberg, il se divise facilement en grandes plaques minces.

Vers le haut du groupe, le grès devient beaucoup plus argileux;

---

(1) Nous supposons que l'auteur emploie le pied de Wurtemberg qui = 0m,2864. Nos chiffres seraient trop faibles, s'il avait employé le pied d'Allemagne ou du Rhin qui = 0m,3138.

les paillettes de mica y sont plus répandues; la stratification est très régulière, et la roche se partage en dalles peu épaisses. Cependant, en général, les bancs sont assez puissants. Lorsqu'on s'approche du muschelkalk, on trouve des marnes bleues ou vertes, en lits minces, ressemblant tout à fait à celles du groupe supérieur, et dans lesquelles se rencontrent aussi des veines de gypse.

Peu après, ces argiles deviennent gris noirâtre; il s'y développe des dolomies remplies de fossiles appartenant au muschelkalk; mais les couches argileuses paraissent se lier tellement au grès sous-jacent que leur séparation, suivant ce que dit ici M. Quenstedt, serait purement artificielle. Elles sont ordinairement très sablonneuses, et les filons de baryte sulfatée, si caractéristiques du grès, traversent les dolomies sans y éprouver aucune modification (à l'est de Freudenstadt, Oeschelbronn, etc.). Dans le Wurtemberg, où elles sont connues sous le nom de dolomies ondulées (*wellen Dolomit*), elles sont considérées comme la partie inférieure du muschelkalk. M. d'Alberti avait fait ressortir l'analogie de ces diverses roches avec celles qui leur correspondent en Alsace et en Lorraine, de part et d'autre de la chaîne des Vosges.

Les dolomies ondulées reposent toujours sur une argile rouge; la roche est solide, brun jaunâtre, striée dans la cassure. C'est le gisement exclusif des minerais de cuivre; puis vient une argile bigarrée avec quelques fossiles, et enfin, tout à fait en haut de la série, sont des bancs fossilifères en plaques solides, qui se brisent en fragments anguleux, ressemblant beaucoup au *calcaire ondulé* que nous allons trouver au-dessus, quoique de teinte brune, d'un aspect dolomitique et à surfaces inégales ou raboteuses.

Les filons de feldspath et de quartz contenant des minerais de cuivre (carbonates vert et bleu, cuivre gris et cuivre sulfuré) caractérisent ce niveau. Ils ne traversent pas seulement les marnes dolomitiques, mais ont encore apporté des minerais de cuivre dans les assises dolomitiques inférieures (Nagold, Niederschach), et donné à ces couches une certaine ressemblance avec les schistes marneux et bitumineux du zechstein.

Paléontologie. Autant les fossiles sont rares dans les grès, autant ils sont nombreux dans les marnes dolomitiques. Ils sont à l'état de moules et de contre-empreintes, sauf quelques exceptions. Les moules de certaines espèces sont souvent recouverts d'Huîtres et de Serpules, ce qui prouverait qu'il y a eu un temps assez long entre l'enfouissement des premières coquilles et celui où vivaient les secondes. Les moules

des petites espèces sont ordinairement en fer sulfuré, ceux des grosses à l'état de dolomie, avec quelques parties changées en fer sulfuré, telles que celles qui correspondent aux muscles de l'animal. Les coquilles caractéristiques sont principalement l'*Ammonites Buchii* (Horgen, Rothfelden, etc.), la *Melania Schlotheimii* (Schloth., pl. 32, fig. 7), le *Trochus Albertinus*, Ziet., des Térébratules lisses (*T. vulgaris*, Schloth.). Les deux valves des autres acéphales, quoique toujours ensemble, sont désunies et non dans leur position respective naturelle, par suite de la rupture et de la disparition du ligament et des muscles [*Plagiostoma lineatum*, *Gervillia socialis* (*Mytilus*, id., Schloth.)], *Trigonia cardissoides*, Ziet. Les *Myacites*, Schloth., sont les fossiles les plus répandus dans ces couches dont quelques-unes semblent en être entièrement composées; mais les caractères zoologiques de ces coquilles sont encore assez mal déterminés. Quelques grands individus semblent se rapporter au *M. ventricosus*, Schloth., tandis que d'autres tantôt rappellent des coquilles d'arcacées, tantôt de myacées (*M. musculoides*, Schloth., *M. calceiformis*, Phill.). La forme la plus caractéristique est le *M. elongatus*, Schloth. (*Arca inæquivalvis*, Ziet.). Il y a aussi de nombreuses formes analogues aux Tellines, et d'autres, très bombées, ont l'aspect de Nucules et d'Isocardes.

Parmi les gastéropodes, on trouve des moules de *Dentalium lœve*, Schloth.; parmi les radiaires, l'*Encrinus liliiformis*, Lam., et le *Cidaris grandœvus*. Des tiges de végétaux paraissent avoir appartenu à des fucoïdes. Le *Palinurus Sueurii*, Desm. (*Pemphix*, id., H. de Mey.), est cité par M. d'Alberti près d'Horgen, et d'autres restes de crustacés sont signalés à Sulz : tels sont le *Gebia obscura*, et le *Galathea audax*, H. de Mey., qui seraient ainsi les plus anciens macroures jusqu'à présent connus. Les restes de poissons ne sont pas non plus très répandus. Le même géologue mentionne des dents d'*Hybodus plicatilis* dans le voisinage d'Horgen et de Niedereschach, ainsi que des ichthyodorulites ou fragments d'os de grands squales à l'ouest d'Alpirsbach. Les débris de reptiles ont été observés surtout au nord de la Forêt-Noire : ainsi un squelette d'Ichthyosaurus a été rencontré près de Simmozheim.

Dans les grandes carrières, près de Durlach, et particulièrement dans celles qui sont ouvertes à la limite nord de la Forêt-Noire, M. Walchner a observé beaucoup de débris de plantes, et surtout de très nombreux exemplaires de l'*Anomopteris Mougeotii*, fougère caractéristique du grès bigarré.

Distribution géographique.

Le groupe triasique inférieur entoure d'une manière continue, du côté du Wurtemberg, le massif cristallin de la Forêt-Noire. Les points les plus élevés seulement appartiennent au gneiss traversé par des filons de granite, dans le district de Feldberg, où il atteint 1493 mètres d'altitude; cette roche cristalline se prolonge vers le nord, à travers le Kandelberg jusqu'au delà de l'Elz et de la Kinzig, partageant ainsi la chaîne en deux par un axe que le grès bigarré n'a point atteint. Si de cet axe cristallin on s'éloigne vers l'O. à une faible distance, les grès quartzeux de sa base apparaissent, comme on le voit, sur les hauteurs de Neustadt et de Triberg, tandis que les vallées entament encore profondément les roches anciennes.

Les assises sont d'abord peu épaisses, mais elles augmentent à mesure qu'on s'avance vers l'E. jusqu'à ce que toute trace de roche cristalline ait disparu, même dans les ravins les plus profonds. Lorsqu'au fond des vallées existe le conglomérat rapporté par M. Quenstedt à la formation carbonifère (*Kohlenformation*), ou du moins lorsqu'il y a les bancs sablonneux inférieurs du grès bigarré, au-dessus se montrent des argiles rouges qui se continuent jusqu'à ce qu'elles soient surmontées à leur tour par la dolomie, et enfin par le muschelkalk. On a ainsi, dans les premières hauteurs que forme à l'ouest le grès bigarré, la même série de couches que dans les vallées les plus profondes ouvertes à l'est. Le Feldberg, avec les montagnes qui s'abaissent sur ses flancs, est le point principal dans le voisinage duquel les dépôts plus récents se sont successivement formés sous des angles plus ou moins prononcés.

La Forêt-Noire commence, à proprement parler, au torrent de Lauffenburg, à la limite du canton d'Argovie, où d'anciennes ruines qui se trouvent au sud du Rhin reposent encore sur le gneiss et le granite, lesquels se distinguent, au nord du fleuve et sur la route qui conduit à Hauenstein, des roches amphiboliques. Non loin de ce point, on remarque des collines où les grès sont tellement recouverts par le muschelkalk, qu'on les exploite par des galeries près de Waldshut. On trouve dans cette localité des rognons ou des druses de quartz blanc, gris, et renfermant des cristaux de carbonate de chaux et de fluorite cubique.

A partir de ce point, le grès bigarré se continue vers le N., à travers le bassin de la Wutach, mais masqué par le muschelkalk, de manière à ne former souvent qu'une zone étroite, comme de Lauffenburg à Bonndorf. Il disparaît même tout à fait dès que les masses de granite et de porphyre se montrent sur les pentes du

Feldberg (vallée de la gorge supérieure, près Uehlingen, et vallée de la Steina, entre Birkendorf et Wallendingen). En cet endroit, les dolomies ondulées, si riches en fossiles, recouvrent immédiatement les roches cristallines, ou bien on trouve à leur séparation une couche argileuse peu épaisse, rouge ou verte, alternant avec des bancs d'un grès assez solide, gris-blanc, semblable à celui de Waldshutern et constituant ici la base de tout le système.

Déjà, dans le bassin supérieur du Danube, le long de la Breg et de la Brigach, de même que plus au nord, près des sources de la Kinzig, le grès bigarré occupe des étendues considérables; mais il ne se continue sans interruption que jusqu'au nord de cette rivière, près des sources de la Murg et de la Rench, en suivant les hauteurs du Kniebis, de Rossbühl, de Katzenkopf et du Hornisgrinde. C'est dans cette partie de la frontière du Wurtemberg et du duché de Bade que le grès atteint 1031$^{m}$,61 (3602 pieds) d'altitude (au Hornisgrinde) (1). Cette élévation n'est pas seulement la plus considérable que ce groupe nous offre dans l'Europe centrale, mais encore dans toute la région qu'arrosent la Murg, l'Alb, l'Enz, la Nagold, la Glatt et la Kinzig, région de la Forêt-Noire où le grès bigarré est le plus développé. Il se prolonge en outre entre Baden et Carlsruhe, le long de la Murg, de l'Alb et de la Pfinz, jusque sur les bords du Rhin. Il s'abaisse vers l'E. au delà de la Nagold jusque dans la vallée de la Würm, près de l'ancienne cité de Weil, où le grès vient affleurer dans les carrières.

Bien que les roches cristallines prédominent sur la pente occidentale de la Forêt-Noire qui borde le Rhin, entre Baden et Kandern, et qu'elles occupent particulièrement les points élevés, elles sont néanmoins accompagnées, dans le voisinage même du fleuve, de roches sédimentaires puissantes parmi lesquelles le grès bigarré joue un rôle important. A partir de la Cander, sur le versant méridional de la Forêt-Noire, ce dernier est recouvert par le muschelkalk et les marnes irisées. Le long de la chaîne granitique, lorsqu'on remonte au N., il forme une bande étroite jusqu'à Hausbaden, où l'on exploite un minerai de plomb (plomb phosphaté) dans ses couches inférieures, et les sources thermales de Badenweiler sortent de la base du Blauen, où elles cessent de se montrer. Le grès

(1) Nous supposons toujours l'évaluation en pied de Wurtemberg, car en pied du Rhin elle donnerait 1130$^{m}$,30 et en pied de roi 1170,$^{m}$05; ce dernier chiffre est le plus rapproché de celui que nous citons plus loin d'après M. d'Alberti.

reparaît bientôt pour constituer des collines isolées, comme près de Sölden, à la montagne de Lorette, au sud de Freyburg. Il s'étend au nord de l'Elz, traverse la Shutter et la Kinzig jusqu'au bassin de la Rench, occupant dans cette étendue des surfaces considérables.

D'après leur puissance, les dolomies argileuses n'ont point, dans la Forêt-Noire, une importance comparable à celle du grès; cependant elles y occupent une zone bien caractérisée, et la chaîne se termine là où ces roches commencent à se montrer. Ce n'est que sur les grès que les sapins élevés forment d'épaisses forêts, et, dès que le sol rouge des argiles et des dolomies constitue des collines dont les sommets et les pentes sont arrondis, ces arbres sont plus rares, les forêts moins denses, et bientôt on ne voit plus que quelques massifs d'arbres verts épars çà et là, et rattachant cette nouvelle région au fond boisé du paysage. En même temps les habitations se multiplient, les villages se rapprochent, la population augmente, l'agriculture ayant à exploiter un sol plus fécond. La campagne offre alors un contraste frappant avec la surface pierreuse du muschelkalk, qui ne tarde pas à affleurer au delà. Les sommets des collines ne présentent que de médiocres pâturages, et leurs pentes, découpées et dénudées par les eaux pluviales, montrent d'assez nombreux fossiles dans les ravins qui les sillonnent.

Ces caractères du pays, qui n'échappent point au voyageur le plus indifférent, commencent à se manifester entre le Rhin et l'Alb, au nord-ouest de Bindorf et de Waldkirch, pour continuer sans interruption au delà de la Schwarza, de la Mettma, etc. Nous ne suivrons pas plus loin M. Quenstedt dans la description de l'étendue géographique du grès bigarré du Wurtemberg, et encore moins dans l'énumération sommaire, qu'à l'exemple de M. d'Alberti il a cru devoir faire de son extension dans d'autres parties de l'Allemagne, et même de l'Europe. Ce que nous avons déjà dit et ce qui nous reste à exposer dans la suite de ce volume rendrait cet aperçu aujourd'hui fort incomplet, tout à fait inutile, et il nous a suffi d'indiquer les caractères les plus essentiels du grès bigarré et sa disposition générale dans la région qui nous occupe en ce moment.

Comparaison entre les classifications de MM. d'Alberti et Quenstedt.

Nous avons dit les motifs qui nous avaient empêché de présenter une analyse de l'ouvrage de M. d'Alberti; mais nous ne pouvons passer sous silence les différences qui résultent de la comparaison de son travail avec celui de M. Quenstedt, et c'est ce que nous ferons en terminant la description de chacun de nos trois groupes. Il eût été sans doute à désirer que cette comparaison eût été faite par M. Quen-

stedt lui-même; il aurait alors motivé sa manière de voir, souvent si différente de celle de son savant prédécesseur, et il nous eût évité une tâche très délicate, dans l'exécution de laquelle, malgré toute notre attention, nous n'aurons probablement pas pu éviter quelque méprise.

De tout ce qui précède, dit M. d'Alberti (p. 25), il résulte que, dans la Forêt-Noire, le grès bigarré ne repose nulle part directement sur les roches cristallines anciennes. Le granite en est toujours séparé par l'arkose, par le grès rouge (*rothe todte Liegende*), ou par un grès charbonneux que recouvrent une roche argileuse et des conglomérats puissants, avec des dolomies également d'une grande épaisseur. La limite respective du grès rouge et du grès bigarré est souvent peu distincte, à cause de la ressemblance des roches qui les composent. Lorsque les galets de granite, de gneiss, de quartz, etc., cessent de se montrer, c'est le point où la séparation doit être marquée. Le grès bigarré se distingue du grès rouge par sa teinte plus vive, son grain plus uniforme et une direction plus régulière. Les assises du grès rouge atteignent, dans la Forêt-Noire, des hauteurs considérables; sur le Hornisgrinde, elles s'élèvent à 1174 mètres (3612 pieds).

Les relations que nous avons décrites entre le grès des Vosges et le grès bigarré, sur la rive gauche du Rhin, se retrouvent donc sur sa rive droite, et en effet, la carte géologique de la France, qui comprend toute la Forêt-Noire et une partie du Wurtemberg à l'est, nous montre dans cette chaîne des surfaces très étendues occupées par le grès des Vosges, qui partout s'interpose entre le grès bigarré et les roches cristallines.

Or il semble qu'une grande partie, sinon la totalité du groupe permien représenté par le grès des Vosges, tel que l'ont envisagé M. Élie de Beaumont et M. d'Alberti, soit restée comprise par M. Quenstedt sous la désignation de formation houillère et grès rouge (*Kohlengebirge und Todt-Liegendes*), inférieure au zechstein, et que le reste ait été confondu avec la base du grès bigarré. D'après cette manière de voir, le grès rouge (*rothe todte Liegende*) se trouve associé à la formation carbonifère, et les rapports si naturels, à certains égards, du grès des Vosges et du grès bigarré sont complétement méconnus. Ajoutons qu'il paraît en être de même sur la portion de la carte géologique de la Suisse qui embrasse le sud de la Forêt-Noire, car aucun dépôt sédimentaire n'y est marqué entre le grès bigarré et les roches cristallines.

On peut juger, d'après cela, que le grès bigarré, au lieu de péné-

trer dans le centre même de la chaîne, d'occuper une grande partie de ses flancs et de s'élever jusqu'à 1174 mètres d'altitude, ne fait au contraire que border ses pentes inférieures sans atteindre ses sommités. Ainsi le système de couches, désigné par M. Quenstedt sous le nom de *bunten Sandstein* (p. 26-46), est très différent de celui que décrit M. d'Alberti (p. 17-43) sous celui de *bunte Sandstein*. En outre, le premier de ces géologues décrit ici (p. 28) les dolomies ondulées (*wellen Dolomit*) comme appartenant au grès bigarré, tandis que dans son tableau (p. 544) elles sont placées au-dessus, dans le groupe du muschelkalk, dont elles forment la partie inférieure. Il en est ainsi dans la classification de M. d'Alberti, ce qui nous semble infiniment plus rationnel quand on prend en considération les fossiles cités par M. Quenstedt lui-même.

Groupe du muschelkalk.

(P. 46.) Lorsqu'on traverse les forêts en marchant de l'O. à l'E., dit ce dernier, ou de la vallée du Rhin au bassin hydrographique du Neckar, on arrive à des collines de teintes brunes, formées de dolomies qui, sur une grande étendue, masquent à peine une assise rouge sous-jacente; puis apparaît un ensemble de calcaires très puissants, bien stratifiés, inclinés légèrement vers le Neckar et affleurant sur le bord des vallées que parcourent les affluents de cette rivière. Sous ces calcaires, parfaitement inaltérables par les agents atmosphériques, se développe une série de marnes, d'argile, de gypse et de sel gemme dont les assises inférieures sont mises à découvert dans les exploitations auxquelles elles donnent lieu, mais qu'on observe difficilement à la surface du sol, à cause des nombreux détritus de roches qui les recouvrent. Tel est l'aspect général que présente le groupe du muschelkalk, dans lequel l'auteur établit quatre divisions ou étages que nous étudierons comme lui, en allant de bas en haut.

4ᵉ étage.

On trouve à la base de cette nouvelle série, telle qu'il la comprend dans son texte, et reposant immédiatement sur les dolomies ondulées, un calcaire argileux en bancs minces, à surfaces inégales, ondulées, dont la teinte gris-bleu contraste avec la couleur brune propre aux dolomies. Ces calcaires bitumineux, souvent colorés en noir, presque toujours pauvres en fossiles, sont difficilement désagrégés par les actions atmosphériques, de sorte que presque partout les têtes des couches montrent des arêtes vives. Au nord, dans l'Odenwald, où ces roches sont moins argileuses, plus solides, et où les inégalités des calcaires schistoïdes ne ressemblent pas seulement à des ondes, mais paraissent encore avoir été produites par des cou-

rants, on les a nommées *calcaires ondulés* (*Wellenkalk*). On les retrouve avec les mêmes caractères dans la région de la Forêt-Noire, quoiqu'ils ne soient pas toujours aussi épais, aux sources de la Glatt dans les coupes des environs de Waldach, au-dessous de Schwandorf, à l'est de Nagold. Au pied des montagnes, vers l'est, et sur la route de cette dernière ville, on y trouve de nombreux moules de fossiles conservés comme dans les dolomies sous-jacentes, dont ils se distinguent par une teinte gris de fumée. Si l'on remonte au nord de ce point, on voit les dolomies ondulées et les calcaires ondulés prendre plus d'importance et être plus nettement séparés. Les ravins et les gorges, près de Stammheim, de Munklingen, Pforzheim, etc., rendent cette distinction évidente.

Parmi les fossiles de l'assise supérieure, M. Quenstedt cite le *Plagiostoma lineatum* et toutes ses modifications, recouvert de *Serpula valvata*, des fragments de *Melania Schlotheimii*, et la *Trigonia cardissoides* y est remplacée par des moules très fréquents rapportés à la *T. vulgaris*, qui ne descend pas plus bas. Les trois côtés et les trois angles bien prononcés de cette dernière empêchent de la confondre avec la *T. orbicularis*, très répandue aussi à ce même niveau. Le *Mytilus costatus*, Schloth., qui n'est pas moins commun, n'a pas été rencontré plus bas, quoiqu'il ait été cité dans le grès bigarré; peut-être cette coquille n'est-elle que la *Gervillia socialis?* Les *Myacites*, moins variées que dans les dolomies ondulées, y sont aussi fréquentes, mais le *Mytilus elongatus* paraît y manquer.

Immédiatement au-dessus de ces calcaires argileux, viennent des calcaires très bitumineux, rayés par des stries d'un jaune d'ocre et ordinairement en bancs épais. En même temps se montrent des calcaires dolomitiques, fortement imprégnés de silice, noduleux, gris, souvent brisés en petits fragments et renfermant de rares géodes de calcédoines de teintes claires et à cassure fine. Les dolomies ou marnes cellululeuses (*zellen Dolomite, zellen Mergel*) qu'on y observe caractérisent ce niveau, et les cavités en sont ordinairement remplies d'une terre friable ou sorte de poussière. Ces roches annoncent habituellement aussi le voisinage du gypse, qui, s'il n'est pas à découvert, existe à une faible profondeur. On sait, d'un autre côté, que cette substance est toujours plus ou moins en rapport avec les gisements de sel gemme et des argiles salifères du muschelkalk.

Cette division, caractérisée par la présence du gypse, du sel et des argiles salifères si importantes pour le pays, paraît se développer au-dessus des calcaires ondulés et au-dessous de la dolomie 3e étage.

siliceuse et caverneuse. Ses affleurements sont peu prononcés à l'ouest du côté du grès bigarré; mais, à mesure qu'on s'éloigne de la Forêt-Noire et que l'on s'avance à l'est vers la région des marnes irisées, son épaisseur semble augmenter. Des dépôts si souvent masqués et entourés par d'autres, ne venant au jour que sur un petit nombre de points, n'offrent à l'étude directe que des résultats assez incomplets. Quelques carrières, ouvertes au fond des vallées et le long des cours d'eau pour l'extraction du gypse sous les assises calcaires, sont les seules circonstances, encore fort insuffisantes, qui permettent de les observer. Pour le sel, l'exploitation des mines et les forages exécutés pour l'atteindre sont les moyens par lesquels on peut constater les gisements. En 1812, Langsdorf découvrit le sulfate de soude dans l'exploitation de gypse de Wimpfen, sur le Neckar; en 1816, un gisement de sel gemme, de près de 20 mètres d'épaisseur, fut trouvé dans le Wurtemberg, et c'est celui sur lequel a été établi la saline de Friedrichshall, près de Jagstfeld. D'autres forages ont été entrepris au-dessus de Hall, sur la Kocher. L'exploitation de Wilhelmsglück a fourni, en 1826, 156 000 quintaux de sel pur. M. Schubler (1) a donné la coupe suivante du puits, qui ne descend pas jusqu'aux calcaires ondulés. Elle montre de bas en haut :

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Anhydrite traversée par des veines de gypse fibreux et d'argile. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,52 |
| 2. Calcaire en partie dolomitique, avec de l'anhydrite vers le haut. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5,00 |
| 3. Sel gemme en masse, accompagné, vers le bas, d'argile salifère grise. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5,02 |
| 4. Argile gypseuse entourant des nids de sel gemme et fibreux, et accompagnée de lits minces de dolomie, d'anhydrite et de grès rouge. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 9,45 |
| 5 Assise principale d'anhydrite, avec des bancs minces de calcaire, de schistes bitumineux et de gypse alternant. | 26,36 |
| 6. Marne schisteuse, en partie dolomitique et bitumineuse, avec des nodules d'hornstein et de calcédoine, et traversée par des veines de gypse à la partie inférieure. | 8,51 |

Au-dessus de cette série, qui constitue l'étage salifère de l'auteur et dont la puissance totale est ainsi de 58 mètres, vient le calcaire de Friedrichshall, et tout porte à croire qu'au-dessous une marne

(1) *Ueber die Lagerungs vernhältnisse des Steinsalzes zu Wilhelmsglück* (*Naturwiss. Abhandl.*, vol. I, 1827).

et un calcaire argileux très mélangé de silice et de magnésie recouvrent encore un dépôt d'anhydrite de 57 mètres d'épaisseur, renfermant parfois des amas de sel gemme de 15 à 37 mètres d'épaisseur.

Les fossiles manquent complétement dans cette division, ou ne sont pas déterminables; aussi est-on peu d'accord sur sa place réelle dans la série générale. L'augmentation brusque de cet ensemble de dépôts variés, lorsqu'on s'approche des marnes irisées, a fait d'abord présumer qu'il devait affecter une disposition en bassin; mais si, d'un autre côté, on considère que cette épaisseur diminue quelquefois aussi très brusquement, on a pu attribuer la production de ces roches accidentelles à des émanations salines, sulfhydriques et magnésiennes, venant des profondeurs du sol. Ce n'est qu'au contact de l'air humide que l'anhydrite attire peu à peu l'eau atmosphérique pour se transformer en gypse, ce qui explique cette circonstance qu'on trouve rarement l'anhydrite près de la surface ou dans des endroits où les roches sont à découvert, tandis que le gypse s'observe précisément dans ces conditions.

En discutant l'origine probable du sel gemme, M. Quenstedt rappelle les diverses hypothèses dont elle a été l'objet, et conclut, des circonstances dans lesquelles on rencontre le sel, qu'il a dû se déposer dans des eaux plus ou moins saturées, où il alternait avec des sédiments vaseux. Il examine encore, sans toutefois émettre de considérations nouvelles, le mode de formation de l'anhydrite et du gypse.

Les dolomies celluleuses et les calcaires celluleux, indiqués précédemment au-dessus des couches salifères, atteignent une grande épaisseur au nord de la Forêt-Noire, et forment un horizon important pour établir les subdivisions du groupe. Les bancs siliceux et bitumineux renferment aussi une grande quantité d'oolithes semblables à celles de l'oolithe inférieure. Lorsque celles-ci disparaissent par suite de leur altération, ce qui reste de la roche ressemble à des fragments d'os silicifiés et entourés de cristaux de quartz enfumé, semblables à ceux du trias de l'Espagne, si connus sous le nom de *diamants de Compostelle* ou de fausse hyacinthe, et qu'on rencontre d'ailleurs, comme nous l'avons dit, dans toutes les formations au voisinage du gypse, et surtout des gypses anormaux. Dans les champs d'Oeschelbronn et jusqu'à Pforzheim, ces cristaux sont très répandus et proviennent toujours de cette même assise, où ils sont disséminés dans une marne argileuse avec des fragments de silex,

3e étage. Le muschelkalk supérieur, *calcaire gris de fumée* de M. P. Mérian, et *calcaire de Friedrichshall* de M. d'Alberti, est en bancs régulièrement stratifiés et acquiert bientôt une telle épaisseur que les autres divisions du groupe semblent lui être subordonnées. La réunion de ses strates constitue alors un tout dont les diverses parties sont intimement liées, et dans lesquelles il serait difficile d'établir des sous-divisions, car on rencontre partout les mêmes bancs calcaires gris de fumée, à cassure égale, de 0m,60 à 1 mètre d'épaisseur. Lorsqu'ils sont séparés par une couche mince d'argile, leurs surfaces inégales et raboteuses offrent des empreintes ou des corps ramifiés, entrelacés, constituant un réseau dont les mailles sont de diverses grosseurs. Les coquilles sont tellement empâtées dans la roche qu'on en obtient difficilement des fragments reconnaissables.

Les couches inférieures sont épaisses, mais d'abord peu fossilifères; plus haut les débris organiques abondent, surtout l'*Encrinites liliiformis*, dont les articulations, détachées les unes des autres, semblent constituer la roche à elles seules et lui ont fait donner le nom de *calcaire à Trochites* ou *calcaire trochitique* (*Trochitenkalk*). Ces couches alternent avec d'autres qui ne renferment point d'Encrines, de sorte qu'il ne peut y avoir de limite tracée entre les *calcaires trochitiques* supérieurs et inférieurs. Dans ce district ces roches ont en général une texture finement poreuse d'où le nom de *Schaumkalk* ou de *calcaire écumeux* ou spongieux qu'on leur a aussi donné. Elles présentent des couleurs vives rouge brique (la Gancha au nord-est de Dittishausen, sur la rive gauche de la Wuttach), ou bien jaune-clair et jaune paille. Malgré ces teintes plus ou moins prononcées la roche reste toujours bitumineuse, et par sa légèreté, sa sécheresse et sa ténacité fournit une très bonne pierre de construction et la plus caractéristique de tout le groupe.

Les cavités du calcaire sont arrondies comme le seraient les vides laissés par la disparition de grains oolithiques. Les fossiles y sont parfois assez répandus et bien conservés. Vers la partie supérieure de l'assise les bancs prennent peu à peu la teinte gris de fumée, leur épaisseur diminue et l'on atteint la partie moyenne de cette division, qui, sous plusieurs rapports, ressemble aux calcaires ondulés.

Les bancs nombreux, de moins de 0m,60, montrent sur leurs surfaces très inégales des restes de coquilles faciles à reconnaître

(*Ammonites nodosus*, *Nautilus bidorsatus*). Les plaques couvertes de débris organiques qu'on trouve à Crailsheim sur la Jagst appartiennent à ce niveau. Lorsqu'elles ont été soumises à l'action de l'air, les coquilles s'y montrent en grande quantité et le nom de muschelkalk leur est on ne peut mieux appliqué. Cette abondance de fossiles est d'ailleurs un fait purement local. Au-dessus, les bancs redeviennent solides, épais, et annoncent le voisinage de l'assise supérieure.

Celle-ci, souvent mise à découvert dans les exploitations, n'offre pas toujours la teinte gris de fumée caractéristique de l'étage et en affecte d'autres plus vives. Ses couches ne tardent pas à former des masses de roches solides, de plus en plus magnésiennes, qui sont de véritables dolomies, à grain fin, poreuses, et dont les vides rhomboédriques sont tapissés de cristaux de quartz. On y trouve surtout beaucoup de silice en rognons gris, peu tenaces et des nodules de calcédoine entourés de quartz améthyste. Les crevasses de la roche sont remplies de calcaire spathique, et l'on y trouve de la blende, du cuivre sulfuré, du carbonate vert et quelquefois du plomb sulfuré.

C'est particulièrement dans les bancs les plus élevés de cette assise que s'observent les crustacés fossiles (Crailsheim, Oberturkheim), puis les os de sauriens et de poissons, ainsi que cette structure de la roche à laquelle Klöden avait donné le nom de *stylolithe*, croyant y voir le résultat de restes organiques. On ne comprend pas comment depuis lors on a pu continuer à attribuer, et M. Quenstedt lui-même, quelque importance à un fait aussi simple qui n'a rien de particulier ni au muschelkalk ni à ce pays, qu'on rencontre partout et dans tous les terrains, lorsqu'une roche à pâte très fine s'est trouvée dans un état de mollesse tel, que des brisures suivies de petits mouvement opérés dans la masse ont occasionné des frottements et par suite des surfaces striées, rectilignes. Il faut donc bien se garder de croire que ces stylolithes qui ne sont que des *ludus*, ou des jeux de la nature faciles à reproduire artificiellement, soient, comme le dit l'auteur (p. 60), exclusivement propres à la grande série calcaire du trias. Quelques bancs quartzeux de cette même assise ont plus d'importance pour la paléontologie par les coquilles silicifiées qu'on y rencontre et dont tous les caractères, par suite de cette circonstance, sont bien conservés (Waiblingen dans le Remsthale).

Quant aux trois assises de ce second étage, elles ne sont point

partout séparées d'une manière bien nette et leur épaisseur relative est assez variable.

C'est au muschelkalk supérieur qu'appartient surtout l'*Ichthyosaurus* de Lunéville décrit par Cuvier; mais les individus trouvés en Allemagne paraissent être un peu différents de ceux de la Lorraine. Il est d'ailleurs très rare qu'on en trouve des squelettes entiers (1). Les restes de poissons ne sont pas aussi fréquents que dans la division suivante. Ce sont des *Ænodus*, des *Psammodus*, des *Hybodus* et des *Gyrolepis*. On n'y rencontre point d'arêtes, tandis que les fragments de nageoires n'y manquent jamais. Les dents en pavés, noires, arrondies, de *Placodus gigas*, peuvent être regardées comme caractéristiques de cet horizon. Le *Pemphix Sueurii*, H. de Mey. (*Palinurus*, id. Desm.), se montre particulièrement dans les calcaires les plus élevés de la série, ceux auxquels succède l'étage des argiles charbonneuses.

Parmi les céphalopodes, l'*Ammonites nodosus* est le fossile le plus remarquable, et le *Nautilus bidorsatus* ne l'est guère moins; puis viennent les corps désignés sous le nom de *Rhyncholithes* ou becs de Seiches, tels que le *R. avirostris* (*R. Gaillardoti*, d'Orb.), et plus rarement le *R. hirundo*, Faure-Big. La *Turritella scalata* est constante sur d'autres points dans les mêmes couches, mais très rare dans la Souabe. Le *Fusus Hehlii*, le plus grand des gastéropodes du muschelkalk, est aussi le plus répandu dans les calcaires supérieurs (Rothenburg sur la Tauber, Crailsheim, etc.). La *Melania Schlotheimii*, citée dans les calcaires ondulés, s'y présente avec une Natice à spire courte et d'autres gastéropodes; mais on ne retrouve pas dans la Souabe les plaques calcaires à *Buccinum gregarium*, si caractéristiques dans le nord de l'Allemagne, quoique la coquille elle-même se rencontre çà et là dans un mauvais état de conservation et peu déterminable.

---

(1) De Münster, qui avait recueilli de nombreux débris de ce reptile dans le muschelkalk de Baireuth, les a décrits sous le nom d'*Halidracontes*, dragon de la mer, et rangés dans deux genres, le *Nothosaurus* ou saurien bâtard et le *Dracosaurus* ou dragon saurien. Tous deux ont l'émail des dents strié. — Voy. aussi : d'Alberti, Lettres sur des Térébratules des marnes ondulées et dolomitiques du muschelkalk de Mariazel, près de Rottweil, et du calcaire de Friedrichshall, aux environs de Willingen, où la *Terebratula vulgaris* a encore conservé des traces de sa coloration originaire (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 672).

La *Terebratula vulgaris* est le plus répandu des brachiopodes; mais elle manque vers la partie supérieure de l'étage. Dans la vallée de l'Enz, au-dessous de Vaihingen, se montre le *Spirifer fragilis*. Quant à la petite Lingule qui existe déjà dans les couches à crustacés, elle ne devient caractéristique que plus haut dans l'étage des argiles charbonneuses. M. Quenstedt n'a rencontré l'Orbicule lisse (*Orbicula discoides*, Schloth.) qu'une seule fois en place dans les bancs supérieurs, au-dessous des dolomies de Sulz.

Parmi les autres bivalves, le *Plagiostoma lineatum* appartient surtout aux couches argileuses, de même que l'*Ostrea cristadifformis* et l'*O. spondiloides*. Le *Pecten discites* se voit partout, mais mal conservé, tandis que le *P. lævigatus*, plus grand et très bombé, est plus caractéristique. Le petit *P. Albertii*, si fréquent dans le nord de l'Allemagne, se trouve ici disséminé çà et là sur les plaques minces de calcaire argileux. La *Gervillia socialis*, la *Trigonia vulgaris* et beaucoup d'autres bivalves, pour la plupart indéterminables, peuvent être fréquemment observées. Les Myacites s'y trouvent aussi en grande abondance, et les Nucules paraissent y être encore des fossiles dominants, tandis que les Cucullées ou les Arches sont plus rares. On y remarque également des Isocardes, des Vénulites, etc.

Les restes organiques bien conservés du *calcaire Rogenstein* de Marbach sont la *Mactra trigonia*, la *Venus nuda*, la *Gryphæa prisca* et la *Trigonia lævigata*. A l'exception de cette dernière les caractères génériques de ces divers fossiles sont encore peu déterminés.

Les débris de radiaires sont d'une faible ressource pour aider à la détermination de l'âge de ces couches. Les articulations d'*Encrinus liliiformis* se montrent partout, mais les têtes de ce crinoïde sont rares et n'ont guère été signalées qu'à une lieue et demie au-dessous de Crailsheim, dans la vallée de la Jagst, près de Gaismühle, dans celle de la Kocher au delà de Hall, dans la carrière de Marbach, non loin de Villingen. On a aussi rencontré dans le même gisement de petits Ophiures, des Astéries, plus rarement des baguettes isolées de *Cidaris*, mais jamais d'individus entiers de ce dernier genre. Quant aux polypiers, M. Quenstedt n'en connaît pas positivement dans tout le muschelkalk du Wurtemberg.

Au-dessus des calcaires dolomitiques et marneux se présentent toujours des argiles schisteuses, d'une couleur foncée, qui ordinairement ne tardent pas à devenir sablonneuses et renferment des débris de plantes avec des restes de poissons. Le sable se montre 1er étage.

rarement vers le bas ; mais à mesure qu'on s'élève il devient plus abondant et la roche passe à un grès gris dont l'épaisseur atteint de 11 à 17 mètres. Comme les argiles charbonneuses se développent ensuite, on a nommé cette assise *grès des argiles charbonneuses*, mais sa teinte constante pourrait tout aussi bien la faire désigner sous le nom de *grès gris*. Sa dureté moyenne, l'uniformité et la finesse de son grain le font rechercher partout pour les constructions. Les débris de Calamites et d'autres restes de plantes qu'on y trouve le rapprochent beaucoup du sable vert des marnes irisées qui le recouvrent, et, sans les recherches de M. d'Alberti, il eût été difficile d'en déterminer la place. Il se distingue en outre de toutes les assises du groupe supérieur par la persistance de ses caractères sur des étendues considérables. Ainsi, de même que le grès rouge et les calcaires du muschelkalk circonscrivent la Forêt-Noire d'une manière presque continue, de même ce grès, d'une si grande utilité pour le pays, ne manque nulle part dans le district du Neckar, là où le muschelkalk, s'abaissant des hauteurs de la chaîne, se rapproche des affleurements des marnes irisées.

Les *argiles charbonneuses* proprement dites (*Lettenkohle*), qui viennent au-dessus, sont toujours colorées par la présence du charbon. Parfois elles renferment cette substance isolée, mais impure et mélangée d'argile et de fer sulfuré. De nombreuses recherches qui ont été faites pour obtenir du combustible exploitable sont restées infructueuses (Gaildorf et Œdendorf sur la Kocher, Löchgau à l'ouest de Besigheim, etc.). Ces schistes sont d'ailleurs susceptibles d'être utilisés pour la fabrication de l'alun, à cause de la grande quantité de pyrite de fer qu'ils renferment.

Cette assise est surmontée de couches dolomitiques entre lesquelles on observe un banc de dolomie très dure, d'environ un mètre d'épaisseur, solide, homogène, d'une teinte foncée avec des raies d'un jaune clair qui donnent à la surface et à la cassure l'apparence de flammes, d'où le nom de *dolomie flammulée* (*Flammen dolomit*) par lequel on le désigne. On y remarque des cavités plus ou moins grandes dont les parois arrondies sont tapissées de cristaux de dolomie. L'absence de couche bien distincte et constante dans cette division donne à ce banc une importance réelle, car c'est un guide précieux pour l'observateur. Une couche mince de dolomie qui succède immédiatement à la précédente renferme une immense quantité de petites Posidonomyes (*P. minuta*, Ziet.) avec une Lingule, et constitue aussi un niveau bien déterminé. Quelques bancs

de véritable muschelkalk avec la teinte gris de fumée si caractéristique règnent encore au-dessus. Outre les restes de poissons propres au groupe en général, on trouve des *Myacites*, des *Trigonia* et la *Gervillia socialis* qui atteint des dimensions particulières.

M. Quenstedt fait remarquer la grande analogie des animaux fossiles de ce premier étage avec ceux du muschelkalk proprement dit ou du second placé *dessous*, et la ressemblance non moins frappante des restes de plantes qui se rencontrent dans le grès avec ceux du grès vert placé *au-dessus*. Mais ces dernières analogies auraient moins d'importance, suivant l'auteur, les plantes pouvant, comme les coquilles d'eau douce, être moins caractéristiques d'un niveau déterminé et posséder une extension verticale et horizontale plus considérable que les autres êtres organisés.

Le *Calamites arenaceus* est le plus répandu de ces végétaux; toujours reconnaissable par ses stries longues et ses nœuds profondément sillonnés, il se trouve à la fois non-seulement dans les grès verts et gris dont nous venons de parler, mais encore dans le grès bigarré de Sulz. L'*Equisetum columnare* se montre dans les argiles sablonneuses et les grès. Plus bas, les vraies Équisétacées manquent tout à fait, tandis qu'elles continuent à paraître dans le grès vert ou blanc des marnes irisées. Les feuilles de Cycadées (*Pterophyllum longifolium*) se montrent ici pour la première fois en grande quantité ainsi que les feuilles de *Tæniopteris vittata*, qui remontent dans le grès vert (Feuerbacher Heide près de Stuttgart), mais ce sont des fossiles peu propres à caractériser des horizons bien tranchés à cause de leurs analogies.

Parmi les fossiles animaux on observe que les crinoïdes ont tout à fait disparu et que la *Gervillia socialis*, d'abord de petite taille dans les dolomies ondulées, s'accroît dans le muschelkalk proprement dit, atteint son *maximum* de développement dans la *dolomie flammulée* pour disparaître ensuite tout à fait. Sur les plaques minces des marnes dolomitiques, les Myacites offrent des contours qui rappellent ceux des *Unio* et des coquilles qui se trouvent même au-dessous du grès. Quelques autres ressemblent à la *Myacites musculoides* des dolomies ondulées, ou bien à la *M. ventricosa*, mais dont les dimensions sont constamment plus petites. Des moules de Trigonies caractéristiques du muschelkalk constituent parfois des bancs entiers au-dessus du grès (*Trigonia Goldfussi* et *vulgaris*). On les rencontre particulièrement dans les argiles charbonneuses et elles se retrouvent un peu modifiées dans les calcaires gris de

fumée. La *Lingula tenuissima* est toujours au-dessus du grès et dans la *dolomie flammulée*, disséminée avec la *Posidonomya minuta*. Les Peignes et les Dentales sont peu caractéristiques; les Nautiles et les Ammonites manquent tout à fait; aussi les débris de poissons et de sauriens répandus partout ont-ils un intérêt particulier.

Ces restes de vertébrés sont brisés, roulés, entraînés par les torrents avec les coprolithes, imprégnés de bitume et d'une odeur fétide sous le choc du marteau (rives de la Jagst près de Crailsheim, Füzen, près de la Wutach, Heilbronn, Sulz, etc.). Les coprolithes, les plus abondants de ces restes organiques, renferment souvent des écailles de poissons, plus rarement des dents, si ce n'est dans les gros échantillons. Ces *feces* abondent particulièrement dans la partie inférieure du grès (Seebronn derrière Rottenburg, sur le Neckar, Hofen au nord de Besigheim, Biberfeld au sud de Hall, etc.).

Ces divers fossiles constituent aussi un lit mince partout où se trouve l'argile charbonneuse, et à peu de distance au-dessus du grès. On rencontre dans le même gisement ces écailles de poissons fort épaisses, en forme de rhombe, couvertes d'un émail finement strié, de petites dents rapportées au *Gyrolepis tenuistriatus*, déjà mentionnées au-dessous dans le muschelkalk, et qui reparaissent encore au-dessus dans les marnes irisées. Les dents en pavés ou en forme de fèves, lisses et brillantes, de l'*Acrodus Gaillardoti*, sont les plus fréquentes, tandis que les dents longues et étroites de *Psammodus* sont plus rares, ainsi que les dents à plusieurs pointes de l'*Hybodus plicatilis*. Celles de Squales sont fort abondantes à divers niveaux.

De gros fragments d'os, de même que la plupart des coprolithes, annoncent la présence des sauriens dans cette série argileuse et arénacée où quelques dents ont été décrites par le comte de Münster comme appartenant au *Dracosaurus Bronnii*. Un certain nombre d'autres n'ont pu être rapportées aux fragments d'os rencontrés dans les mêmes couches. Les restes de *Mastodonsaurus giganteus*, Ziet., l'un des animaux les plus extraordinaires de l'ancien monde, proviennent des argiles charbonneuses de Gaildorf. Ils étaient dans un état parfait de conservation. M. Quenstedt compare ce reptile au *Megalychthys Hibberti* du système carbonifère de l'Angleterre. C'est le *Labyrinthodon* de M. Owen (*anté*, p. 56). Les plaques dermiques de la peau ne se rencontrent pas seulement dans les argiles charbonneuses de la Souabe, mais surtout dans le grès vert des marnes irisées au-dessus (Feuerbacher Heide, Tübingen).

Si nous comparons actuellement le groupe du muschelkalk, tel qu'il a été compris par M. d'Alberti, avec celui de M. Quenstedt, nous trouverons d'abord, comme nous l'avons déjà dit, que dans son texte, mais non dans ses *coupes géognostiques*, ce dernier géologue avait fait descendre les dolomies ondulées du second groupe dans le troisième, et ensuite qu'il a réuni l'étage des argiles charbonneuses au muschelkalk, au lieu de les laisser à la base de celui des marnes irisées. M. Quenstedt s'est efforcé de justifier ce changement par les motifs suivants : outre que beaucoup de fossiles caractéristiques de ce même étage ne se montrent jamais au-dessus dans les marnes irisées du nord de l'Allemagne où le grès manque tout à fait, tandis qu'ils appartiennent au muschelkalk placé au-dessous, on reconnaît que, dans le Wurtemberg, cette division est si intimement liée au calcaire sous-jacent qu'il est difficile, dans la région des plaines, de lui assigner sa place d'une manière absolue.

Comparaison des classifications de MM. d'Alberti et Quenstedt.

Les calcaires gris de fumée, bien stratifiés, affleurent sur les pentes des vallées, le long des rivières, tandis que les argiles charbonneuses forment une sorte de *couverture* très fertile (*fruchtbare Decke*) sur les hauteurs environnantes. C'est seulement le long de la Forêt-Noire que ces dernières disparaissent, tandis que les bancs calcaires des vastes surfaces pierreuses ne constituent qu'une bande étroite jusqu'à ce qu'on atteigne les dolomies ondulées. Ainsi les argiles accompagnent le muschelkalk dans toute l'étendue des plaines, et ce n'est que lorsqu'on s'approche des marnes irisées qu'elles cessent, et que ces dernières, reconnaissables à leurs teintes vives, se développent au nord-est recouvertes par de vastes forêts, puis sont cultivées en vignes vers le sud, où elles forment des pentes assez rapides du côté de la plaine.

D'après ces rapports stratigraphiques, orographiques et même paléontologiques, il semble donc, dit M. Quenstedt (p. 80), que cette division des argiles charbonneuses, qui se sépare si nettement, dans ses limites, du groupe des marnes irisées, doive être réunie à celui du muschelkalk. Nous ne voyons pas cependant que cette manière de voir ait été adoptée par d'autres géologues, et, sans nous prononcer nous-même sur un sujet qui peut donner lieu à contestation, nous nous bornerons à enregistrer les diverses opinions, sauf à rechercher plus tard de quel côté peut pencher la balance.

Les premières couches de marnes irisées sont des schistes gypseux, et des bancs de gypse reposant souvent sans intermédiaire entre les dolomies et les argiles charbonneuses. Le gypse, en partie so-

luble, se dépose de nouveau dans les crevasses de la roche sous-jacente, et l'on remarque, à la limite des deux divisions, des valves de coquilles de la dolomie qui ont été changées en gypse (Asperg, Dürrheim, au nord de Donaueschingen, entre Rothenburg et Ansbach, etc.). Ce sont toujours les fossiles des argiles, tels que les *Trigonia Goldfussi* et *vulgaris*, la *Gervillia socialis*, plus rarement des mollusques gastéropodes, qui, en l'absence du gypse, sont à l'état de moules. Les écailles de poissons, les os de sauriens qu'on rencontre dans le gypse stratifié, ne sont jamais modifiés comme dans la dolomie sous-jacente.

Après avoir cherché à se rendre compte de ces diverses circonstances, l'auteur pense que, par cela même que le gypse se présente aussi dans les argiles charbonneuses, la limite entre les deux groupes tend à disparaître par places, comme on l'observe d'ailleurs souvent lorsque deux séries de couches se sont immédiatement succédé dans le temps.

M. Quenstedt esquisse rapidement ensuite l'aspect qu'impriment au paysage les diverses roches du groupe et les propriétés du sol qu'elles forment. Les dépôts salifères, trop peu importants pour être séparés de la masse principale du muschelkalk, s'élèvent brusquement au-dessus des collines formées par le calcaire ondulé brun, et constituent des inégalités ou des buttes stériles, à moins qu'il ne s'y trouve quelques couches d'argile. Aucune partie de la Souabe ne rappelle aussi bien que celle-ci les régions élevées de l'Alb. Les vallées profondes qu'on y rencontre offrent une végétation assez riche.

Groupe des marnes irisées. — Caractères généraux.

(P. 85). Les marnes irisées, dit M. Quenstedt, constituent, dans le Wurtemberg, un ensemble de couches argileuses de plus de 230 mètres d'épaisseur, qui, par les teintes variées rouges et vertes, par le gypse d'un blanc pur, par la grande quantité de pierres de construction qu'il fournit, et surtout par des bancs marneux d'une teinte jaune particulière, doit fixer l'attention des observateurs. Le sol que forment ces diverses roches est montagneux, très productif, couvert de bois, ou consacré à la culture des céréales et de la vigne. Les vallées, arrosées par de nombreux cours d'eau, peuplées de villes florissantes, sont encore plus riches que les plaines qui les séparent. Le plateau incline généralement vers l'Albe, et présente, sur sa limite occidentale, une muraille escarpée faisant face à la Forêt-Noire, et dominée seulement par les terrasses jurassiques. Aucune des divisions du trias ne présente des excavations aussi profondes que les ravins creusés par les eaux pluviales dans les

marnes, qui sont partout la roche dominante. Les grès et les gypses y atteignent, à la vérité, jusqu'à 30 mètres d'épaisseur; mais ce sont des accidents locaux qui cessent bientôt, et qu'il faut de longues recherches pour retrouver sur d'autres points. En général, là base du groupe est difficile à tracer, car les bancs plus solides de la dolomie sous-jacente sont recouverts par une autre dolomie celluleuse, poreuse, brune, se décomposant facilement à l'air et qui alterne avec des argiles foncées. Des géodes creuses, ellipsoïdales, de diverses grandeurs, toujours tapissées de cristaux de chaux carbonatée et de dolomie, s'observent fréquemment dans une roche qui ressemble parfois au *calcaire écumeux* (*Schaumkalk*) du groupe précédent, et qui devient même aussi oolithique par places (frontière du duché de Bade et du Wurtemberg, entre Bretten et Knittlingen). M. Quenstedt établit dans ce groupe triasique supérieur cinq divisions ou étages, qu'il caractérise comme il suit.

Sur la dernière couche dépendante des argiles charbonneuses, reposent, avons-nous dit, le gypse et les marnes argileuses les plus basses de cette nouvelle série dont l'épaisseur est considérable. Lorsque le gypse est bien développé, des lits minces et fibreux de la même substance alternent avec des lits d'argile rouge, schisteuse, et dont les feuillets ne s'altèrent point à l'air. Ces argiles ont une tendance à se courber, et les tranches des couches offrent alors une certaine analogie avec le *calcaire ondulé*. Vers le milieu de cette assise, s'observent des bancs plus ou moins épais de gypse très blanc, nuancé de rouge. Çà et là, surtout vers le haut, les bancs passent à des masses rocheuses amorphes qui recouvrent l'assise argileuse. Des filets ou veinules de gypse fibreux blanc entrelacées traversent la roche en divers sens, et semblent résulter de dépôts plus récents laissés par les eaux d'infiltration. 5e étage.

Quelque puissants que soient sur certains points ces bancs ou amas de gypse (Schleitheim, à l'est de Stühlingen, sur la Wutach, Schwenningen, Wurmlingen, près Rottenburg, sur le Neckar, Kayh, Cannstadt, Heilbronn, etc.), ils ne tardent pas à disparaître et sont remplacés par des argiles rouges et une marne argileuse qui n'offre rien de particulier, si ce n'est une couche subordonnée de grès solide. Les bancs de marnes, souvent de plus de $0^{m},25$ d'épaisseur, se brisent en fragments anguleux, et leurs teintes sont rarement vives. On y trouve des plaques quartzeuses d'un blanc gris, à grain fin, qu'on prendrait à la première vue pour du gypse, et qui traversent les argiles en divers sens. Quelquefois ces plaques se désagrégent en une pous-

sière quartzeuse très fine, ou bien en une multitude de cristaux de quartz parfaitement formés. Le gypse et les argiles se remplacent mutuellement, et, lorsqu'ils se montrent ensemble, le premier est recouvert par les secondes. Rarement le gypse s'étend au delà des autres divisions du groupe. C'est dans la partie la plus basse de la série qu'on rencontre l'anhydrite.

La plupart des débris organiques qui existaient dans ces couches ont disparu. On ne cite çà et là que des fragments indéterminables, tels que des ossements de grands sauriens et peut-être de poissons quelquefois fort abondants dans les marnes du gypse (Ammerhof, Oberndorf, à l'ouest de Tübingen). Ces os sont friables comme la marne elle-même. On y rencontre aussi des vertèbres bi-concaves et des fragments triangulaires, poreux, avec trois ou quatre plis, regardés comme des dents de *Ceratodus* et accompagnés de quelques petites coquilles.

Les substances minérales disséminées dans ces mêmes roches sont la barytine, le fer sulfuré, le cuivre et le fer hydroxydé, toujours assez rares.

4e étage. Le *grès vert et rougeâtre*, *grès à roseaux*, ou *pierre à bâtir de Stuttgart*, est à ciment de marne argileuse enveloppant des grains de sable fin, et son épaisseur ne dépasse pas 20 mètres. Sa teinte, d'un vert sale, est celle de l'argile dans la partie inférieure, tandis que vers le haut il est coloré en rouge par un mélange d'oxyde de fer, et présente dans la cassure des stries horizontales qui peuvent servir à le caractériser. Par places, les bancs deviennent fort épais, homogènes et continus; ils sont très estimés pour les constructions, et mis à découvert dans de vastes carrières. Les variétés vertes peuvent même être employées pour des objets d'art, à cause de la finesse de leur grain et de leurs teintes douces. Ce n'est d'ailleurs qu'un petit nombre de localités qui fournissent cette qualité particulière (Stuttgart, Maulbronn, Heilbronn, etc.).

Ordinairement le grès est moins épais et tend à passer au schiste, surtout lorsque le mica y domine. Par la présence de matières charbonneuses, sa teinte devient sale; il se désagrége facilement à l'air, et passe à une argile sablonneuse en lits minces. Souvent les teintes vertes et rouges sont remplacées par le gris (Feuerbacher-Heide, près Stuttgart, Wendelsheim, près Rottenburg, sur le Neckar, etc.). Lorsque les argiles gypseuses ne se trouvent pas ou n'affleurent pas au-dessous dans la plaine, il est facile de confondre cette assise avec le grès gris de l'étage des argiles charbonneuses,

car on y trouve aussi, quoique plus rarement au-dessus du grès, des indices de charbon dans une argile de teinte foncée, comme M. Hehl l'a observé le premier sur le Kriegsbergen, près de Stuttgart. On en rencontre également sur le Rothenberg, près de Cannstadt, et des traces dans le grès, près de Wendelsheim.

Ces bancs de grès sont ici le gisement particulier de la flore des marnes irisées. Des fragments de grosses tiges et d'écorces d'*Equisetites* y dominent surtout; on en trouve des morceaux de plusieurs mètres de longueur, d'un égal diamètre à leurs extrémités, qui permettent de penser que ces végétaux avaient des dimensions considérables. M. Quenstedt se livre ici à des considérations paléophytologiques fort étendues, dans lesquelles nous ne le suivrons pas pour éviter d'interrompre la série des faits géologiques. Nous dirons seulement que, parmi les nombreuses espèces qu'on rencontre à ce niveau, il en signale deux principales et plus importantes que les autres : l'une est l'*Equisetum columnare*, dont les tiges, aplaties par la pression qu'elles ont éprouvée depuis leur enfouissement, sont très abondantes, et dont le diamètre, de $0^m,14$, est plus grand que l'intervalle des nœuds; l'autre est une espèce nouvelle un peu moins grosse que celle-ci. Les Fougères se rencontrent plus rarement. La plus constante est encore le *Tæniopteris vittata*, si voisin de l'Ophioglosse de nos jours et dont les feuilles sont linguiformes. Nous l'avons déjà cité dans le grès gris des argiles charbonneuses, et à Feuerbach-Heide, au nord-ouest de Stuttgart, il a été rencontré avec un *Pecopteris*.

Aucune des nombreuses assises des marnes irisées ne disparaît si complétement ni si brusquement qu'elle ne laisse çà et là des marnes sablonneuses et ne reparaisse sur des points plus ou moins rapprochés, en constituant des collines qui offrent tous les caractères d'un dépôt local. Cette circonstance n'est d'ailleurs nulle part aussi générale que dans le midi de l'Allemagne. Cependant on ne peut pas présumer qu'un courant d'eau douce ait contribué à l'accumulation de ces dépôts, qui sont dus sans doute à des eaux marines s'étendant à une grande distance. Les sables se sont formés en quantité plus considérable que les autres sédiments, par suite de la disposition des promontoires et des golfes qui les protégeaient contre la violence des vagues.

M. Quenstedt appelle ensuite l'attention des observateurs sur la structure des bancs de grès qui, considérés en petit, ne seraient point parallèles aux plans de la stratification considérée en grand,

Mais c'est sans doute ici la structure oblique ou en *faux délits*, plus ou moins prononcée dans la plupart des dépôts arénacés, et qu'il semble croire beaucoup trop particulière à son pays et à cette formation.

3e étage. Les *argiles panachées* ou de teintes vives et variées qui surmontent le grès de Stuttgart forment une division très caractérisée dans le groupe qui nous occupe, et renferment des grès siliceux cristallins. En général, ces argiles et les marnes solides sont magnésiennes, s'altèrent peu à l'air et ne se désagrégent jamais de manière à laisser à la place une argile plastique; seulement les argiles rouges et vertes se brisent et se divisent en petits fragments qui roulent sur les pentes des collines, et s'accumulent à leur pied en formant des talus assez étendus. Les bancs de marnes, plus résistants, ont à peine $0^{m},30$ d'épaisseur, et leurs tranches font saillie au-dessus des couches d'argile partiellement détruites. On compte de dix à vingt de ces bancs de marnes dolomitiques superposés, et qui, lorsqu'ils cessent d'être cultivés, ne peuvent plus se couvrir d'une végétation permanente. Le nom de marnes irisées n'est nulle part mieux appliqué qu'à cette division du groupe supérieur du trias, où les teintes rouges et vertes ne disparaissent sous aucune influence atmosphérique.

Les marnes solides, surtout lorsqu'elles atteignent une certaine épaisseur, renferment beaucoup de substances minérales. Partout on y trouve la barytine et la strontiane sulfatée, cristallisées et colorées par de l'oxyde de fer, la chaux carbonatée et la dolomie rhomboédriques; la malachite est plus rare, et le cuivre carbonaté bleu moins fréquent encore. On y signale du fer sulfuré et du quartz hyalin; enfin un grès siliceux, qui s'y remarque constamment, se divise en plaques ondulées ou courbées, à surfaces inégales, raboteuses ou couvertes à la face inférieure d'aspérités allongées, bacillaires et réticulées. Les cristaux de quartz sont fort abondants à la surface de ces plaques, très rapprochés les uns des autres et à demi engagés dans la pâte du grès. Les plaques conservent, sur des étendues considérables; une épaisseur de quelques pouces seulement, uniforme et constante; elles sont également remarquables par le réseau en saillie de leur face inférieure, dû au fendillement des argiles sur lesquelles elles se sont déposées. Elles rappellent d'ailleurs les dalles du grès d'Hessberg, à l'est d'Hildburghausen, où l'on a trouvé des empreintes de pas d'animaux vertébrés. Ces dernières avaient été rapportées aux marnes irisées, mais on a reconnu depuis

qu'elles dépendaient du grès bigarré supérieur, ainsi qu'on l'avait dit dans l'origine de cette découverte. Cependant M. Plieninger paraît avoir observé aussi dans le grès de Stuttgart des empreintes analogues, mais moins distinctes. Une seule fois on a rencontré dans le grès cristallisé du Michelsberg, à l'est de Bönnigheim, une empreinte de pied en relief, ne présentant que quatre doigts. On trouve rarement disséminées çà et là dans les argiles des empreintes de coquilles à stries concentriques, ressemblant beaucoup à la *Posidonomya minuta* des dolomies des argiles charbonneuses, quoique plus allongées et plus grandes (carrières d'Oesterberg, à l'est de Tübingen). On en a également observé dans les marnes vertes placées sous le grès cristallin.

(P. 101.) Le *grès blanc* qui vient ensuite dans l'ordre ascendant est composé de grains de quartz de la grosseur de la graine de millet, réunis par un ciment gris-blanchâtre provenant de l'altération du feldspath. Ce *grès à gros grains* est partout employé pour sabler les appartements, d'où le nom de *Stuben-Sand* qui lui a aussi été donné. La chaux carbonatée blanche y forme des lits, et quelquefois constitue le ciment de la pierre exploitée alors pour la confection des meules. Il s'y joint ordinairement des grains de feldspath peu arrondis, non altérés, rouge clair, plus gros, mais moins abondants que ceux de quartz. Ces grès, qui acquièrent une épaisseur considérable, s'observent parfois dans les assises les plus élevées de cette division où ils alternent avec des argiles rouges. Les bancs inférieurs qui sont aussi les plus épais fournissent une pierre de construction fort estimée, et ce n'est que vers le haut que la roche tend à se diviser en plaques minces qui ne sont pas utilisées. La pierre qui est blanche en général est ici un grès peu dur, d'une teinte bleu clair, et plus haut encore on retrouve du sable blanc avec des fragments de marne solide et de calcaire en si grande quantité que la roche ressemble à un poudingue ou nagelfluh. 2e étage.

Les restes de plantes sont plus rares que dans l'étage précédent et moins bien caractérisés. Ce sont surtout des fragments qui rappellent l'*Equisetum columnare*. Le jayet est très abondant, homogène, en morceaux allongés, sans aucune trace d'écorce, placés horizontalement et semblables à ceux qu'on trouve dans le lias. Cette substance ne se montre point au-dessous de ce niveau.

Dans les fentes de la roche on rencontre fréquemment du plomb sulfuré disséminé aussi dans le grès sous forme de nodules et quelquefois en quantité notable (Derendingen près Tübingen). La barytine

et la strontiane sulfatée, radiée, s'y montrent également. Les environs de Löwenstein sont connus par leurs brèches à fragments anguleux de hornstein rouge, de jaspe et de calcédoine. Outre le jayet dont nous venons de parler, on signale encore dans les grès des lits de charbon impur remplis de fer sulfuré, et qui, sur les points où ces roches sont le plus développées, ont donné lieu à des recherches restées sans résultats (Esslingen, Löwenstein, etc.).

Parmi les restes d'animaux fossiles, M. Quenstedt mentionne des fragments d'os et des dents striées (Löwenstein, Prümgebiet, etc.), puis sur la rive gauche du Neckar, au-dessous de Tübingen, des débris d'un reptile auquel M. Jæger a donné le nom de *Phytosaurus cylindricoidon* (1), et sur les caractères duquel l'auteur de l'ouvrage dont nous nous occupons a aussi publié des détails zoologiques fort étendus.

1er étage. (P. 109.) Les argiles rouges qui recouvrent le grès blanc sont à leur tour surmontées par un *grès jaune*. Vivement colorées par l'oxyde de fer, elles prennent aussi partout une faible nuance de bleu, de sorte que l'ensemble de cette petite division du groupe offre une teinte générale assez sombre. On n'y trouve point de roches étrangères subordonnées; son épaisseur est de 15 à 25 mètres et elle communique au sol superficiel cette teinte rouge que nous avons déjà vue produite par d'autres termes de la formation et qui en marque ici la fin, car, après le premier banc de grès jaune, elle cesse complétement, et pas une seule couche d'argile ou de grès ne rappelle dans le lias ni au-dessus cette teinte générale dominante du trias qui l'a précédé.

Le grès jaune comprend une suite de bancs à grains très fins, fort durs, séparés par des lits d'argile gris-jaunâtre, et jamais rouges. L'auteur rapporte à ce niveau le grès de Luxembourg que nous avons vu appartenir au lias. Il n'y a point de fossiles à la partie inférieure de l'assise, mais vers le haut il y a des fragments de végétaux charbonnés et partout beaucoup de tiges de plantes un peu courbées et traversant les bancs. Quelques coquilles se montrent dans les couches supérieures, immédiatement au-dessous des premiers bancs du lias. Elles sont enveloppées d'une argile gris noir et l'on y reconnaît la *Modiola minuta*, Gold. (*Mytilus modiolatus*, Schloth.), une Avicule (*A. gracilis*, Gold., du grès du lias de Banz),

(1) *Fossile Reptilien Würtembergs*, 1828.

plusieurs Myacites désignées par M. Berger sous le nom de *Thalassites*, et toutes caractéristiques du lias inférieur; enfin peut-être aussi, ajoute M. Quenstedt, l'*Ammonites angulatus*, Schloth. (*A. colubratus*, Ziet.), provenant de Steinberg, au nord de Tübingen.

Le grès jaune, continue-t-il (p. 111), par la grande quantité de fragments d'os qu'on y trouve, et par les dents, les écailles de poissons et les coprolithes qu'il renferme, rappelle la couche à ossements des argiles charbonneuses. Beaucoup de ces écailles sont striées comme celles du *Gyrolepis tenuistriatus*, d'autres offrent des stries plus prononcées. Des dents à plusieurs pointes rappellent des formes du muschelkalk (*Hybodus*), d'autres, coniques et finement striées, semblent aussi avoir leurs analogues dans les argiles charbonneuses, mais on n'y rencontre point de dents de *Dracosaurus* ni d'*Acrodus Gaillardoti*. On y cite celles d'une autre espèce de ce dernier genre, et tous ces débris de vertébrés proviennent de localités éloignées les unes des autres (Dautmergen au sud de Rosenfeld, Waldhäuser-Höhe près de Tübingen, Filder près de Stuttgart, etc.). Néanmoins, ajoute encore M. Quenstedt, ces fossiles méritent toute notre attention comme indiquant le passage d'une formation à une autre, et il rappelle que la couche à ossements (*bones bed*) de l'Angleterre se montre au même niveau, bien que le grès jaune lui-même ne s'y trouve pas.

Caractères physiques et distribution géographique des marnes irisées.

Les marnes irisées, qui occupent une région située entre les collines boisées du grès bigarré et le plateau élevé et aride des calcaires jurassiques, contribuent, par leurs teintes et la végétation qui les recouvre, à la variété du paysage, dans le bassin supérieur du Neckar. Partout où elles existent elles forment des collines de 130 à 160 mètres d'élévation, sur les pentes desquelles affleurent les argiles charbonneuses. Nous les avons vues au pied du versant méridional de la Forêt-Noire, sur les deux bords du Rhin, atteindre les affleurements du muschelkalk. En remontant au nord et suivant la rive gauche de la Wutach, elles prennent une grande importance aux environs de Schlaitheim, par l'abondance du gypse qu'on y exploite. Elles diminuent ensuite pour ne plus former qu'une bande étroite à cause des pentes abruptes de la vallée entre Grimmelshofen et Achdorf, où la formation jurassique s'avance jusqu'au bord de la rivière. Au delà de ce dernier point vers Unadingen et Pforen, les eaux du Danube baignent pour la première fois les marnes irisées qui ne tardent pas à reprendre une largeur considérable. Leurs

pentes escarpées bordent les marais si connus par l'abondance du sel qu'on en retire, entre les sources du Danube (à Donauschingen) et celles du Neckar (au sud de Schwennigen).

Cette dernière rivière prend son origine dans la région particulière des argiles charbonneuses; sa vallée, partout gazonnée et peu accidentée, coupe, en plusieurs endroits, les dolomies à Posidonomyes, tandis qu'à peu de distance et sur la rive droite, la ligne des marnes irisées bien tracée passe la Prim, à l'est de Rottweil. A partir de ce point le Neckar coule vers l'O., dominé par les collines d'argiles charbonneuses, le muschelkalk occupant les plaines situées au-dessous. Près d'Epfendorf, la rivière atteint le gypse de la base du second groupe, plus loin au delà de Sulz, coupe la dolomie ondulée près de Fischingen, et, après le confluent de la Glatt, le grès argileux bigarré qu'elle ne touche qu'en un seul point.

M. Quenstedt continue à décrire l'extension géographique des marnes irisées dans le bassin du Neckar, par Tübingen, Stuttgart, Laufen, etc., puis de l'autre côté de la Kocher et de la Jagst, dans les districts arrosés par la Tauber, la Wörnitz, l'Altmühl et la Rezat de la Franconie. Dans cette direction, le groupe prend un très grand développement et atteint jusqu'à 515 mètres d'altitude entre l'Altmühl et les sources de la Tauber. Les couches présentent alors leurs escarpements vers l'Odenwald et sont fréquemment découpées par le lit profond des rivières. De Uffenheim à Hassenfurth, sur le Main, elles bordent le Steigerwald, passent sur le territoire de Cobourg, se prolongent en accompagnant les sinuosités que décrit le Main-rouge, occupent une grande partie des environs pittoresques de Bayreuth pour se terminer au sud d'Amberg par une pente rapide contre le grès brun ou le granite du Böhmerwald. Elles comprennent ainsi dans une courbe parabolique ouverte au S. toute la formation jurassique de la Franconie (1).

On les retrouve également sur le bord occidental de la Forêt-Noire, souvent masquées par les dépôts jurassiques, ou présentant des pentes escarpées, comme entre Nebenau au sud de Kandern et

(1) Voy. aussi : de Klipstein, *Beiträge zur geol. Kenntn. der Oestlichen Alpen*, p. 3 in-4°, 1843, pour les marnes irisées entre Nuremberg et Weissenburg. — F.-A. Quenstedt, *Die Mastodonsaurier im grünen Keuper-Sandstein Würtembergs sind Batrachier*, in-4°, 4 pl. Tübingen, 1850. — *Neu. Jahrb.*, 1851, p 251.

Badenweiler, ou au-dessous des couches jurassiques, au sud de Freyburg, affectant une disposition analogue à celle qu'elles ont sur le versant oriental des Vosges près de Bouxwiller et de Gundershoffen, au nord-ouest de Strasbourg.

Remarques diverses et dernières observations sur les couches à ossements du lias.

Nous ferons observer d'abord que dans le tableau de la classification du trias que nous avons donné d'après M. Quenstedt, nous n'avons point mentionné la couche à ossements (*bones bed*) de la partie supérieure des marnes irisées ou mieux de la base du lias, parce qu'en effet l'auteur la place (p. 541) à la partie inférieure de ce dernier groupe et par conséquent au-dessus du trait qui, dans son tableau, le sépare complétement du *Keuper* sous-jacent. Dans le texte au contraire (p. 111 et suivantes), il semble réunir, comme on vient de le dire, cette couche au grès jaune. Les écailles de poissons, les coprolithes et les fragments d'os appartiendraient à ce grès, ainsi que M. Quenstedt l'a admis (*antè*, vol. VII, p. 475 et suivantes). D'un autre côté on voit des fossiles, qui semblent appartenir à la période du lias, signalés ici dans une couche argileuse qui dépendrait du trias, et qui, suivant l'expression de l'auteur, annonceraient le passage d'une faune à l'autre.

M. d'Alberti, qui admet dans les marnes irisées des divisions plus nombreuses que M. Quenstedt, distingue aussi, du grès blanc de Täbingen, couche supérieure à ossements du trias suivant lui, un autre grès gris, ferrugineux, calcarifère, rempli d'écailles et de dents de poissons, de coprolithes et d'ossements, qui recouvre les marnes irisées, dans les hauteurs entre Kaltenthal et Degerloch, près de Stuttgart, où il alterne avec des marnes brunes et ferrugineuses, puis le grès de Bebenhausen, etc., l'un et l'autre feraient alors partie du lias. Mais il remarque (p. 154) que tous les fossiles du grès de Täbingen ne sont pas exclusivement propres au trias. Ainsi les dents de *Sphærodus* ne se trouvent pas au-dessous du lias; un *Acrodus*, peut-être l'*A. nobilis*, appartient à ce dernier groupe; un *Hybodus* est plus voisin de ceux des couches oolithiques que de ceux des marnes irisées et du muschelkalk, etc.

Bien que nous ayons déjà traité ce sujet (*antè*, vol. VII, p. 475), nous ajouterons encore ici quelques faits publiés récemment, et qui nous font persister à regarder la couche à ossements proprement dite de l'Allemagne, de même que celle de l'ouest de l'Angleterre et des points intermédiaires, plutôt comme l'aurore de la faune jurassique que comme le déclin de la faune du trias.

Suivant M. Fried. Rolle (1), les diverses couches placées à la limite des marnes irisées et du lias, dans lesquelles MM. Oppel et Suess ont trouvé les fossiles du calcaire de Dachstein dont nous avons parlé, sont difficiles à distinguer les unes des autres. Ce sont des grès solides (*grès jaune* de M. Quenstedt) qui, au point de vue géognostique et pétrographique, abstraction faite des fossiles, appartiendraient aux marnes irisées supérieures, mais qui, par des motifs puisés dans des considérations d'un autre ordre, doivent être réunis au lias inférieur que caractérisent les *Ammonites planorbis* ou *psilonotus*. Les fossiles de la classe des mollusques sont différents dans les bancs qui appartiennent à l'un ou à l'autre groupe, tandis que les restes de poissons sont communs aux uns et aux autres. Les premiers sont des formes du lias, les seconds au contraire des formes du trias. Si, comme l'ont fait voir MM. Quenstedt et Plieninger, le grès blanc (sable de chambre, *Stuben-Sand*) diffère essentiellement du trias inférieur, il diffère encore plus, dit M. Rolle, du grès jaune qui recouvre les marnes ou argiles rouges, surtout lorsqu'on tient compte des fossiles. Les restes de *Labyrinthodon* qu'on rencontre depuis le grès bigarré jusqu'à la base des marnes irisées (grès vert de Stuttgart), les mollusques du muschelkalk et des argiles charbonneuses (*Lettenkohle*), la flore de ces dernières et du grès vert, tous ces produits de la vie pendant la période triasique avaient disparu lorsque le grès blanc a commencé à se déposer, et ils ont été accidentellement remplacés par d'autres.

Dans le grès jaune et à la limite du trias et du lias se montrent les fossiles des couches de Kössen (*Cardium ræthicum*, Mér., *Pecten valoniensis*, Defr., *Avicula contorta*, Portl.). La brèche décrite par M. Plieninger comme représentant la couche à ossements de l'Angleterre est surmontée par l'assise à *Ammonites psilonotus* avec d'autres fossiles du lias inférieur. Les bivalves du grès jaune se trouvent jusqu'à 2 ou 3 mètres au-dessous de la couche à ossements, à Nürtingen près de Stuttgart, à Nellingen, Birkengehren, etc. De 12 espèces d'acéphales connues dans ces bancs, 3 ou 4 sont communes aux deux groupes contigus. Quant à la couche à ossements qui se distingue des uns et des autres, c'est un

(1) *Ueber einige an der Grenze von Keuper und Lias in Schwaben auftretende Versteinerungen* (*Zitzungsber. d. mathem. naturwiss. Classe der k. Akad. der Wissensch.*, vol. XXVI, p. 13, 1857).

calcaire sablonneux dans lequel, avec les restes de poissons, se trouvent des coquilles différentes de celles des bancs de grès précédents. Des 9 espèces de mollusques de cette sorte de brèche osseuse, 3 ou 4 se retrouvent dans le lias inférieur et les autres lui sont particulières.

A Elysium, sur les hauteurs de Waldhäus, non loin de Tübingen, on a trouvé dans les champs en 1852 des portions de cette couche à ossements ou grès jaune et le calcaire à *Ammonites psilonotus*, avec de nombreux fossiles. On remarquait sur le même point les marnes rouges sous-jacentes. Le grès jaune a de 0,09 à 0,14 d'épaisseur. C'est un conglomérat gris foncé, solide, à gros grains de quartz avec un ciment calcaire gris, et renfermant des dents et des écailles de poissons, des coprolithes, des coquilles acéphales et gastéropodes, d'autant plus abondantes que la roche est plus calcaire, tandis que les débris de poissons se montrent surtout dans les bancs arénacés. L'*Ammonites Hagenowi*, Dunk. (*A. psilonotus lævis*, Quenst.), connu seulement dans le lias inférieur du nord de l'Allemagne, existe ici avec les coquilles acéphales du lias et exclut toute relation entre la couche à ossements et le trias. D'après cela M. Rolle, dès 1852, avait admis que, bien que les poissons de cette couche fussent triasiques, les animaux mollusques indiquaient un dépôt de la base du lias, et que c'était à ce dernier qu'elle devait être réunie, parce que leur importance et surtout celle des Ammonites l'emportait sur la valeur des restes de poissons. M. Dunker signale en effet dans le lias inférieur d'Halberstadt des dents d'*Hybodus*, semblables à celles du trias supérieur, mais qui ne remontent pas dans les couches les plus élevées du lias.

M. Rolle décrit ensuite ou rappelle les noms des fossiles de la couche à ossements des hauteurs de Waldhäus; ce sont : *Hybodus sublævis*, Ag., *H. minor*, id., *Acrodus minimus*, id., *Saurichthys acuminatus*, id., *Sargadon tomicus*, Plien., *Gyrolepis tenuistriatus*, Ag., *Serpula exigua*, Rolle, *Ammonites Hagenowi*, Dunk., *Pleuromya suevica*, Rolle, *Cardium Philippianum*, Dunk., *Astarte Suessi*, Rolle, *A.?* indét. *Leda Oppeli*, id., *Lima tecticosta*, id.. *Pecten Hehli*, d'Orb., *Ostrea*. Cinq seulement de ces espèces sont propres à cette localité.

En résumé, suivant l'auteur, le grès jaune et la couche à ossements font partie du quatrième étage du lias, et les changements qui se manifestent dans la faune à la jonction des deux systèmes sont graduels, successifs et non brusques. Les modifications surve-

nues dans les poissons se sont produites plus lentement que parmi les mollusques, puisque les espèces se sont prolongées jusque dans le lias inférieur. De celles que nous venons de citer à Waldhäus, une seule coquille se retrouve dans les couches de Nürtingen, décrites par MM. Oppel et Suess. Il n'y a aussi qu'une ou deux espèces communes avec l'assise à *Ammonites psilonotus* de la Souabe, dont les fossiles caractéristiques manquent à leur tour dans la couche à ossements précitée.

**Mémoire de M. Levallois.** Dans un mémoire important sur l'*Identité des formations qui séparent, dans la Lorraine et dans la Souabe, les calcaires à Gryphites (lias) du muschelkalk* (1), M. Levallois n'a point mentionné spécialement le grès jaune ni la couche à ossements; mais c'est très probablement au premier qu'appartient le banc qu'il décrit (p. 27) dans la carrière de Degerloch, à une lieue de Stuttgart, sur la route de Tübingen. Ce grès est intimement lié au calcaire du lias qui le recouvre, et auquel il passe. Il se retrouverait aussi à Plochingen avec des fossiles de ce dernier groupe, et l'on ne pourrait pas, dit l'auteur, le rapporter au grès supérieur des marnes irisées sans y faire descendre aussi tout le calcaire à Gryphites.

M. Levallois a esquissé à grands traits et avec beaucoup de clarté les caractères essentiels du groupe triasique supérieur sur les points où les diverses assises sont le mieux développées, comme aux environs de Stuttgart, de Tübingen, de Dürrheim, de Mülhausen, de Gaildorf, d'Eutendorf, de Vatenhoffen, de Rieden, de Hall, etc.; mais il y aurait peu d'intérêt à reproduire ces détails, qui rentrent dans ceux qu'avait déjà donnés M. d'Alberti, ou dans ceux que nous avons empruntés à des travaux plus récents. Il nous suffira, pour donner une idée des vues de l'auteur, de résumer dans ce qu'il y a de plus essentiel le tableau où il a réuni et coordonné les résultats de ses propres recherches, et de mettre ensuite ses divisions en rapport avec celles des autres géologues.

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. II, p. 1, 1835.

Groupe des marnes irisées de la Souabe, d'après M. Levallois.

Assises (groupes de l'auteur).

1. *Marnes irisées ;* le plus ordinairement rouges, vertes ou grises, schistoïdes.
2. *Grès supérieur;* blanchâtre, grossier, quartzeux, friable, parfois très tenace, avec baryte sulfatée.
3. *Marnes irisées et gypse supérieur;* bancs de grès subordonnés, analogues au précédent, et bancs calcaires également subordonnés, blancs, jaunâtres ou verdâtres, marneux, dolomitiques avec baryte sulfatée.
4. *Grès moyen ;* schisteux, micacé, à grains fins, argileux, tendre, gris, panaché de rouge, renfermant de nombreuses empreintes végétales (*Equisetum arenaceum*, *Calamites arenaceus*, *Maranthoides arenaceus*, *Pterophyllum Jægeri*, *Tæniopteris vittata*, etc.) et du charbon.
5. *Marnes irisées ;* de petits bancs calcaires subordonnés, contenant de la barytine, et grès id.
6. *Gypse moyen;* chaux sulfatée stratiforme, schistoïde, compacte, d'un blanc mat; quelquefois en rognons ; marnes et argiles schisteuses alternantes.
7. *Marnes irisées ;* environs de Stuttgart.
8. *Porosekalk ;* calcaire de teintes claires, jaunâtre, marneux et schistoïde, souvent dolomitique, avec débris de sauriens et *Lingula Bronnii*.
9. *Grès inférieur et houille ;* mêmes fossiles que dans le *grès moyen ;* roche plus tenace, moins schisteuse et gris jaunâtre. Schistes charbonneux et houille, renfermant aussi les fossiles du grès, la Lingule du *Porosekalk* et la *Saxicava Blainvillei*.
10. *Porosekalk ;* semblable au nº 8 ; schistes calcaires ou argileux, pénétrés de calcaire spathique et exploités pour l'amendement des terres.
11. *Marnes irisées et gypse inférieur;* chaux sulfatée stratiforme et en rognons, souvent anhydre, avec un calcaire quartzifère gris foncé, renfermant de la baryte sulfatée, de la galène, du cuivre carbonaté bleu et vert.

L'auteur fait remarquer que les assises 8, 9 et 10 passent souvent l'une à l'autre sans suivre un ordre bien constant, et que même en l'absence du nº 7, le gypse nº 6 alterne avec le *Porosekalk*. Quoique le gypse 6 soit distinct du gypse 11, le grès nº 9 formant entre eux un horizon constant, on ne les observe pas dans une même coupe verticale.

Les marnes rouges sur lesquelles repose le *grès jaune* forment, comme on le voit, l'assise la plus élevée du groupe dans cette classification, qui en cela est conforme à la nôtre. Le *grès supérieur* correspond au *sable de chambre* (*Stuben-Sand*) de M. d'Alberti, au *grès blanc* de M. Quenstedt. La troisième assise représenterait les divisions 2, 3, 4 de M. d'Alberti et le nº 3 de M. Quenstedt. Le *grès moyen* est l'équivalent du grès de Stuttgart ou grès à roseaux (*Schilfsandstein*) et du grès vert rougeâtre, nº 4 de M. Quenstedt. Les assises 5, 6 et 7 répondent aux assises 6 et 7 de M. d'Alberti et au cinquième étage de M. Quenstedt ; les assises 8, 9, 10 et 11 s'accordent assez bien avec les numéros correspondants de M. d'Alberti, et représentent la division entière des argiles charbonneuses (*Lettenkohle*) de M. Quenstedt. M. Levallois ne forme point, par conséquent, une division particulière de ces dernières assises pour constituer un groupe distinct de celui des marnes irisées, à l'exemple du premier de ces géologues, et il ne les réunit pas au groupe du muschelkalk, à l'exemple du second. Il les considère, ainsi que nous l'avons vu en Lorraine, comme une dépendance essentielle de la

base des marnes irisées, et c'est encore la classification qui nous semble la plus naturelle, et à laquelle nous nous sommes arrêté nous-même. Il nous a paru d'ailleurs intéressant de reproduire les tableaux théoriques de trois géologues qui se sont occupés du trias d'une manière spéciale, mais à un point de vue un peu différent, dans un pays regardé comme classique à cet égard.

M. Levallois a aussi étudié le gisement du sel gemme dans le muschelkalk de la même région. La mine de Willemsglück, dont nous avons donné la coupe d'après M. Schübler, et celle de Sulz, ont été examinées avec soin par le savant ingénieur; mais ce que nous en avons dit et l'ouvrage de M. d'Alberti nous dispensent d'y revenir ici (1).

Paléontologie. Outre les mémoires sur les fossiles du trias du Wurtemberg et des pays voisins que nous avons eu occasion de citer, nous signalerons encore un travail de MM. H. de Meyer et Plieninger, comprenant les restes d'animaux vertébrés de ce pays (2); une note sur quelques reptiles nouveaux du muschelkalk de la Bavière, par le comte de Münster (3); une autre de M. H. de Meyer sur deux nouveaux genres de crustacés du muschelkalk (*Halycina* et *Litogaster*) (4). Ce dernier savant a décrit plus tard (5) le *Litogaster venusta* du muschelkalk, le *Pemphix Albertii* du calcaire dolomitique, la *Galatea audax* et la *Gebia obscura* du grès bigarré de Sulz. M. Plieninger (6) est aussi revenu sur les caractères du *Belodon Plieningeri*, H. de Mey., fossile qui avait été rencontré dans les marnes irisées du même pays.

Principauté d'Hohenzollern. On a vu (*antè*, vol. VII, p. 410) les motifs qui nous avaient engagé à passer légèrement sur un travail important de M. Achenbach relatif à la géologie de la principauté d'Hohenzollern, enclavée dans

---

(1) Voy. aussi : Combes, *Mémoire sur les salines de la Souabe* (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. IX, p. 391, 1836).

(2) *Beiträge zur Paleontologie Württemberg's enthaltend die fossilen Wirbelthierreste aus den Triasgebilden*, etc., in-4°, 12 pl. Stuttgart, 1844.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1834, p. 521. — L'*Institut*, 3 juin 1835.

(4) *Paleontographica*, *Beiträge zur Naturgesch. der Vorwelt*, etc., vol. I, p. 134, pl. 19, 1847.

(5) *Paleontographica*, etc., vol. IV, pl. 9, fig. 10, p. 44, 1854. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 366.

(6) *Wurtemb. Jahreshef.*, 4 *Heft.*, p. 389, pl. 8-13, 1855. — *Neu. Jahrb.*, 1857, p. 751.

la partie méridionale du Wurtemberg, entre les vallées du Danube et du Neckar. Ces motifs subsistent encore pour la formation triasique qu'a décrite ce géologue. En effet, les dépôts de cette période, par suite de leur position géographique, se trouvant nécessairement compris dans les travaux plus généraux de M. d'Alberti et de M. Quenstedt, il y aurait peu d'intérêt pour le lecteur à reproduire des détails qui n'ajoutent rien d'essentiel à ce que nous avons dit, d'après ces derniers, du trias, dans le bassin supérieur du Neckar, surtout à partir de sa rive droite, à l'est de Sulz. Nous nous bornerons donc à présenter ici une analyse succincte du mémoire précité (1).

Le grès bigarré ne se montre que plus à l'ouest, le long de la Forêt-Noire; mais le muschelkalk et les marnes irisées sont bien développés dans ce petit district, qu'arrosent la Strazel et l'Egach. Le muschelkalk, découpé par des vallées profondes, forme en général un plateau qui s'élève graduellement vers le N.-O., pour atteindre 430 à 570 mètres d'altitude. Ces plateaux sont composés de marnes dolomitiques, de dolomies, de calcaire, d'argile, de sel gemme, d'anhydrite et d'argiles charbonneuses. M. Achenbach, suivant la classification de M. Quenstedt, comprend, dans le muschelkalk inférieur, le sel gemme avec l'anhydrite, dans le moyen, les calcaires, et en particulier celui de Friedrichshall, et dans le supérieur, des grès et les argiles charbonneuses. Des marnes dolomitiques et des dolomies s'observent à divers niveaux dans les marnes irisées et le grès bigarré, de manière à relier les trois groupes de la formation, qui d'ailleurs ne paraissent pas se séparer nettement à leurs limites supérieure et inférieure.

Le muschelkalk a une puissance totale de 183 à 190 mètres; son étendue et son inclinaison sont en rapport avec les caractères orographiques du pays, et il présente quelques dislocations. Les Limes et les Huîtres s'y montrent pour la première fois. Peu de coquilles sont caractéristiques, excepté pour les calcaires ondulés, où se trouvent le *Ceratites Buchii*, la *Melania Schlotheimii*, la *Lima lineata*, la *Myophorja cardissoides*, la *Gervillia costata*. Pour les calcaires de Friedrichshall en particulier, ce sont le *Ceratites nodosus*, le *Fusus Helhii*, la *Lima striata*, le *Pecten lævigatus*, l'*En-*

(1) *Geognost. Beschreib. der Hohenzollernschen Lande* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. VIII, p. 331, 1856. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 719).

*crinus liliiformis*. Pour l'étage des argiles charbonneuses, on cite la *Myophoria Goldfussi* et la *Posidonomya minuta*. C'est dans cette division que les restes de poissons et de reptiles sont le plus fréquents, sans cependant appartenir exclusivement à ce niveau, comme les mollusques dans les calcaires. La flore en est peu développée.

D'après l'auteur, le lias et les marnes irisées semblent se lier par leur faune, car les *Thalassites* (*Cardinia*), qui caractérisent la base du premier, se montrent aussi dans le grès jaune à grains fins sous-jacent. Les bancs calcaires du lias passent par places à des grès, et peut-être le grès du lias n'est-il que la continuation du grès supérieur des marnes irisées. Les derniers lits de celui-ci constituent la *couche à ossements* et renferment de nombreux débris de poissons et de sauriens, tous étrangers au lias, suivant M. Achenbach, et particuliers au trias. L'épaisseur des marnes irisées dans ce district serait d'environ 100 mètres.

Les marnes irisées inférieures sont caractérisées par l'abondance du gypse; les parties moyennes et supérieures du groupe par des grès avec du charbon disséminé. Le grès de l'assise moyenne est fin, argileux, ressemblant au grès bigarré et à celui de l'étage des argiles charbonneuses. Le grès supérieur est à gros grains, cimentés par du kaolin, et ressemble à l'arkose de la Bourgogne. Il passe à un grès siliceux et à des conglomérats. Une dolomie gris cendré y est subordonnée; on n'y rencontre pas de mollusques, si ce n'est dans les couches de passage dont nous avons parlé; mais des restes de Labyrinthodon et de reptiles lacertiens y sont assez fréquents. La flore du grès est assez riche, et comprend des Calamites, des Fougères, des Conifères, des Équésitacées et des Cycadées.

On voit, par ce peu de mots, que la zone triasique qui traverse ainsi la principauté d'Hohenzollern n'offre rien de particulier, et qu'il suffisait en quelque sorte de jeter les yeux sur une carte pour en être convaincu.

## APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Nous renverrons le lecteur à l'*Appendice bibliographique* déjà donné (*antè*, vol. VII, p. 482) pour l'indication de quelques ouvrages où l'on peut trouver des documents relatifs au trias du Wurtemberg et de la Bavière septentrionale, et nous ajouterons ici une liste de ceux qui pour la plupart n'ont pas encore été cités et qui se rapportent au même sujet.

Credner. — *Karte von Deutschland* (Berghaus, *Physik. Atlas*).

Keferstein. — Carte du pays de Bade et du Wurtemberg (*Teutschland*, vol. VI, 1834).

Plieninger. — *Beschreibung von Stuttgart*, in-4°, 1834, avec carte géologique.

Koch. —*Karte von Württemberg* (in *geogn. statist. Beschreib. von Württemberg*, 1837).

L. Kath. — Sur le groupe du Keuper, près d'Eckartsweiler (*Korrespond. Blatt d. Württemb. landwirth Ver.*, vol. II, 1842).

Hehl. — Sur la galerie de recherches dans la houille du keuper de l'Eisberg, près d'Esslingen (*Neu. Jahrb.*, 1838, p. 119).

R. de Ribra.— Analyse de muschelkalk altéré par le mélaphyre (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 549).

Id. — Analyse de roches arénacées, polies par glissement dans le keuper (*Ibid.*, 1843. p. 572).

Id. — Analyse de muschelkalk, de grès bigarré et de mélaphyre de la Franconie (*Journ. für prakt. Chem.* d'Erdmann, vol. XXVI, p. 8).

Id. — Analyse de quelques roches arénacées et calcaires du keuper de la Franconie et d'autres qui le recouvrent ou le supportent (*Journ. für prakt. Chem.* d'Erdmann, vol. XIX, p. 21 et 80).

Ch. Kapp. — Sur le keuper des environs de Nuremberg, d'après Feuerbach (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 196).

Hehl. — *Geognostische Beschreibung des Oberamts Esslingen.* Description géognostique du district d'Esslingen, in-8°, 1845.

Id.—*Geognostische Verhältnisse von Württemberg*, avec une carte géologique.

Röminger. — *Ein nicht fossiles Nagethier im Muschelkalk* (*Württemb. naturwiss. Jahreshefte*, 3[e] année, p. 262, 1847).

Wissmann. — Empreintes de plantes dans le muschelkalk de Crailsheim (*Ibid.*, 2[e] année, p. 147, 1847).

D'Alberti. — Note sur la recherche du sel gemme dans le grès bigarré de la Forêt-Noire (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 712).

P. Mohr. — *Die Petrefakten der Trias*, etc. Les pétrifications du trias, des formations jurassique, tertiaire et quaternaire du Wurtemberg, classées d'après leurs gisements, avec une coupe géologique, in-8°. Stuttgart, 1847.

Th. Plieninger. — *Verzeichniss der Reptilien Württembergs.* Liste des reptiles vivants et fossiles du Wurtemberg (*Württemb. naturwiss. Jahreshefte*, vol. III, p. 194, 1847).

Id. — *Ein nicht fossiles Nagethier im Muschelkalk.* Rongeur non fossile dans le muschelkalk du Wurtemberg (*Ibid.*, p. 262. *Vide suprà* : Röminger.

Id. —*Microlestes antiquus und Sargodon tomicus*, etc. Dents de

*Microlestes antiquus* (mammifère) et de *Sargodon* [illegible] de la brèche du *Keuper* supérieur de Degerloch en Wu[illegible]temberg (*Ibid.*, 1847, p. 161-164, pl. 1, fig. 3-4. — *Ja[illegible] Jahrb.*, 1848, p. 111. — *Arch. des sc. natur. de Genè*[illegible] vol. IX, p. 76, 1848).

A. Schnizlein, A. Frickhingerin et H. Hauser, — *Die Vegetation Verhältnisse*, etc. Végétaux fossiles des formations du [illegible] et du *Keuper* aux environs de Wörnitz et d'Altmühl, in-[illegible] avec carte géologique. Nordlingen, 1848.

Kurr. — *Zur Geologie der Trias-Formation in Württemberg*, [illegible] Sur la géologie de la formation du trias dans le Wurtemb[illegible] et particulièrement sur celle du sel gemme (*Württemb. naturwiss. Jahreshefte*, vol. IV, p. 1, 1848).

A. Quenstedt. — *Grenzen der Muschelkalk-Formation*. Sur les [illegible]mites de la formation du muschelkalk (*Württemb. naturwiss. Jahresehfte*, vol. IV, p. 57, 1848).

Id. — *Petrefacten-Kunde Deutschland mit besonderer Rücksicht auf Württemberg*. Paléontologie de l'Allemagne et particu[illegible]rement du Wurtemberg, 1846-1848.

Dürrich. — *Geognostische-Terrains-Profils durch Württemb.* (*Wür[illegible]temb. naturwiss. Jahreshefte*, vol. VIII, pl. 2, 1852).

Wissmann. — *Organische-Reste im Crailsheimer Muschelkal[illegible]* (*Württemb. naturwiss. Jahreshefte*, vol. VIII, p. 77, 1852).

Kapff. — *Gavial-Saurier aus dem Stubensandstein* (*Württemb. naturwiss. Jahreshefte*, vol. XV, p. 46, 93, 1858).

C.-W. Gümbel. — *Æquivalente d. Saint-Cassianer Schichten im Keuper-Frankens*. (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst. in Wien*, vol. X, p. 22, 1859).

Id. — *Geognostische Karte des Königreichs Bayern und der Angrenden Länder*. Munich, 1859.

G.-G. Winkler. — *Die Schichten der Avicula contorta*, etc. Sur les couches à *Avicula contorta*, à l'intérieur et en dehors des Alpes. Études géologiques et paléontologiques, in-8°, avec 2 pl. Munich, 1859.

La liste comprend 79 espèces fossiles qui représentent la faune du quatrième étage du lias tel que nous le comprenons.

H. Bach. — *Geognostische Karte von Central-Europa*, 1 f. Stuttgart, 1859.

## § 2. — Duché de Bade.

**Caractères généraux.** En quittant le Wurtemberg, où il eût été difficile de suivre l'ordre naturel des couches de haut en bas, tous les auteurs qui ont décrit le trias de ce pays ayant adopté un ordre inverse, nous reprendrons notre marche habituelle, en commençant par les dépôts de cette période qu'on rencontre dans le grand-duché de Bade.

La *carte géologique de la France* comprenant cette principauté,

nous y renverrons le lecteur pour qu'il puisse juger de la distribution des trois groupes sur le pourtour de la Forêt-Noire et au delà. Cette répartition, tracée avec soin par M. Élie de Beaumont, nous paraît être d'accord avec les descriptions qu'en ont données les géologues allemands, et les trois divisions principales y sont marquées suivant la classification que nous avons adoptée, et à laquelle nous nous sommes conformé en parlant des Vosges et de la Lorraine.

D'après M. G. de Leonhard (1), les marnes irisées qui supportent le lias commencent à Wisloch et s'étendent jusqu'à Pforzheim, à l'autre extrémité du duché. Elles forment, sur le bord sud-est de la Forêt-Noire, une bande étroite en suivant la même direction que le lias. Quelques lambeaux apparaissent à Kandern et à Badenweiler, sur le versant opposé. Dans le nord, le gisement le plus important comprend le *grès moyen* (grès de Stuttgart, grès à roseaux, grès, vert ou rougeâtre), des marnes et parfois des marnes schisteuses (Wisloch). En l'absence des marnes, le grès repose sur le muschelkalk. Non loin de Malsch, se montre le *grès inférieur* (étage des argiles charbonneuses), renfermant des fragments de feldspath, de quartz et de granite. Vers le haut, le grès moyen est panaché de teintes grises, vertes, rouges et blanches, alternant par bandes, et souvent il est micacé. On y trouve des empreintes de plantes, et le gypse y est très répandu. Tandis qu'au sud, dans le Brisgau, où cette substance et les marnes dominent à ce niveau, le grès ne s'y trouve pas. A Pforzheim, on exploite le fer sulfuré.

Le muschelkalk est très développé sur le versant sud-est de l'Odenwald, depuis Bischofsheim jusqu'à Sinsheim et au delà. Près de Bruckshall, il sort de dessous les marnes irisées et s'étend jusqu'à Pforzheim, constituant, comme on l'a dit, une large zone au delà, le long du versant sud-est de la Forêt-Noire, de Willingen à Waldshut, etc., zone qu'a décrite avec soin M. d'Alberti.

Le grès bigarré, qui est très élevé dans l'Odenwald, disparaît sous le muschelkalk aux environs de Wisloch et de Pforzheim, pour reparaître sur d'autres points et acquérir une grande extension sur le versant nord de la Forêt-Noire. Si de Pforzheim on se dirige vers le sud, on le voit atteindre les plus fortes altitudes qu'il ait dans toute l'Allemagne. Dans la partie méridio-

(1) *Geognost. Skizze*, etc. Esquisse géognostique du grand duché de Bade, avec 1 carte géologique (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 26).

*Microlestes antiquus* (mammifère) et de *Sargodon tomicus* de la brèche du *Keuper* supérieur de Degerloch en Wurtemberg (*Ibid.*, 1847, p. 161-164, pl. 1, fig. 3-4. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 111. — *Arch. des sc. natur. de Genève*, vol. IX, p. 76, 1848).

A. Schnizlein, A. Frickhingerin et H. Hauser, — *Die Vegetations Verhältnisse*, etc. Végétaux fossiles des formations du Jura et du *Keuper* aux environs de Wörnitz et d'Altmühl, in-8° avec carte géologique. Nordlingen, 1848.

Kurr. — *Zur Geologie der Trias-Formation in Württemberg*, etc. Sur la géologie de la formation du trias dans le Wurtemberg et particulièrement sur celle du sel gemme (*Württemberg. naturwiss. Jahreshefte*, vol. IV, p. 1, 1848).

A. Quenstedt. — *Grenzen der Muschelkalk-Formation*. Sur les limites de la formation du muschelkalk (*Württemb. naturwiss. Jahresehfte*, vol. IV, p. 57, 1848).

Id. — *Petrefacten-Kunde Deutschland mit besonderer Rucksicht auf Württemberg*. Paléontologie de l'Allemagne et particulièrement du Wurtemberg, 1846-1848.

Dürrich. — *Geognostische-Terrains-Profils durch Württemb.* (*Württemb. naturwiss. Jahreshefte*, vol. VIII, pl. 2, 1852).

Wissmann. — *Organische-Reste im Crailsheimer Muschelkalk* (*Württemb. naturwiss. Jahreshefte*, vol. VIII, p. 77, 1852).

Kapff. — *Gavial-Saurier aus dem Stubensandstein* (*Württemb. naturwiss. Jahreshefte*, vol. XV, p. 46, 93, 1858).

C.-W. Gümbel. — *Æquivalente d. Saint-Cassianer Schichten im Keuper-Frankens.* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst. in Wien*, vol. X, p. 22, 1859).

Id. — *Geognostische Karte des Königreichs Bayern und der Angrenden Länder*. Munich, 1859.

G.-G. Winkler. — *Die Schichten der Avicula contorta*, etc. Sur les couches à *Avicula contorta*, à l'intérieur et en dehors des Alpes. Études géologiques et paléontologiques, in-8°, avec 2 pl. Munich, 1859.

La liste comprend 79 espèces fossiles qui représentent la faune du quatrième étage du lias tel que nous le comprenons.

H. Bach. — *Geognostische Karte von Central-Europa*, 1 f. Stuttgart, 1859.

### § 2. — Duché de Bade.

Caractères généraux.

En quittant le Wurtemberg, où il eût été difficile de suivre l'ordre naturel des couches de haut en bas, tous les auteurs qui ont décrit le trias de ce pays ayant adopté un ordre inverse, nous reprendrons notre marche habituelle, en commençant par les dépôts de cette période qu'on rencontre dans le grand-duché de Bade.

La *carte géologique de la France* comprenant cette principauté,

nous y renverrons le lecteur pour qu'il puisse juger de la distribution des trois groupes sur le pourtour de la Forêt-Noire et au delà. Cette répartition, tracée avec soin par M. Élie de Beaumont, nous paraît être d'accord avec les descriptions qu'en ont données les géologues allemands, et les trois divisions principales y sont marquées suivant la classification que nous avons adoptée, et à laquelle nous nous sommes conformé en parlant des Vosges et de la Lorraine.

D'après M. G. de Leonhard (1), les marnes irisées qui supportent le lias commencent à Wisloch et s'étendent jusqu'à Pforzheim, à l'autre extrémité du duché. Elles forment, sur le bord sud-est de la Forêt-Noire, une bande étroite en suivant la même direction que le lias. Quelques lambeaux apparaissent à Kandern et à Badenweiler, sur le versant opposé. Dans le nord, le gisement le plus important comprend le *grès moyen* (grès de Stuttgart, grès à roseaux, grès vert ou rougeâtre), des marnes et parfois des marnes schisteuses (Wisloch). En l'absence des marnes, le grès repose sur le muschelkalk. Non loin de Malsch, se montre le *grès inférieur* (étage des argiles charbonneuses), renfermant des fragments de feldspath, de quartz et de granite. Vers le haut, le grès moyen est panaché de teintes grises, vertes, rouges et blanches, alternant par bandes, et souvent il est micacé. On y trouve des empreintes de plantes, et le gypse y est très répandu. Tandis qu'au sud, dans le Brisgau, où cette substance et les marnes dominent à ce niveau, le grès ne s'y trouve pas. À Pforzheim, on exploite le fer sulfuré.

Le muschelkalk est très développé sur le versant sud-est de l'Odenwald, depuis Bischofsheim jusqu'à Sinsheim et au delà. Près de Bruckshall, il sort de dessous les marnes irisées et s'étend jusqu'à Pforzheim, constituant, comme on l'a dit, une large zone au delà, le long du versant sud-est de la Forêt-Noire, de Willingen à Waldshut, etc., zone qu'a décrite avec soin M. d'Alberti.

Le grès bigarré, qui est très élevé dans l'Odenwald, disparaît sous le muschelkalk aux environs de Wisloch et de Pforzheim, pour reparaître sur d'autres points et acquérir une grande extension sur le versant nord de la Forêt-Noire. Si de Pforzheim on se dirige vers le sud, on le voit atteindre les plus fortes altitudes qu'il ait dans toute l'Allemagne. Dans la partie méridio-

(1) *Geognost. Skizze*, etc. Esquisse géognostique du grand duché de Bade, avec 1 carte géologique (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 26).

nale du massif, il se montre, avons-nous dit, sur des points isolés entourant le pied de la Forêt-Noire. Ses caractères sont toujours uniformes, et impriment au paysage un aspect particulier. Sa teinte dominante est le rouge, plus rarement le blanc et le jaune, disposés par raies ou bandes alternantes. Des filons de fer brun qui le traversent s'élèvent jusque dans le muschelkalk. Le gisement de minerai de plomb de Badenweiller et celui de beaucoup d'autres minéraux se trouvent entre le grès bigarré et le granite.

Le minerai de zinc exploité près de Wisloch se trouve, suivant M. Holzmann (1), dans le muschelkalk très dérangé, crevassé et disloqué en cet endroit. C'est un calcaire magnésien dans lequel on remarque ailleurs le *Trigonotreta fragilis*, mais qui renferme ici le *Pecten lævigatus*, le *P. discites*, la *Myophoria vulgaris*, le *Nautilus bidorsatus* et des débris de sauriens. On y observe ensuite un calcaire gris de fumée, des couches caractérisées par des baguettes de *Cidaris grandævus*, une dolomie avec *Buccinum turbilinum*, enfin le calcaire ondulé rempli de *Myophoria orbicularis*. Par suite des dérangements que ces diverses roches ont éprouvés, leur ordre de superposition paraît être assez obscur. Cet accident local est dû à l'arrivée du granite qui a modifié les calcaires, et les circonstances qui ont amené le minerai de zinc ont déposé en même temps les diverses substances minérales accompagnant le filon, et en ont imprégné la roche environnante. Ces substances se présentent sous forme de veines, de couches ou d'amas, suivant la disposition des vides dans lesquels se sont introduites les émanations métalliques.

La dolomie d'Ubstatt, près de Wisloch, qui dépend aussi du muschelkalk, est, suivant M. G. de Leonhard (2), un des points de l'Allemagne où l'on rencontre le plus de minéraux. La roche est tantôt solide, à grains fins, gris-brun ou rougeâtre, tantôt poreuse, composée d'un agrégat de dolomie cristalline. La chaux carbonatée est répandue partout dans les carrières; on y trouve ensuite la barytine cristallisée, la galène, le carbonate de cuivre vert et bleu, le réalgar, l'orpiment, etc., substances qui paraissent s'être déposées ici par la voie humide. Le réalgar est le plus fréquent de ces minéraux.

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 907.
(2) *Ibid.*, 1857, p. 549.

Dans son mémoire sur le grès bigarré des environs de Stauffen, au sud de Freyburg, M. Daub (1), après quelques généralités sur le trias du pays, fait remarquer que les marnes irisées sont peu développées sur ce point. Le muschelkalk, qui affleure au nord-est, y est exploité et présente plusieurs divisions. Le grès bigarré est supporté par le porphyre et le gneiss, mais sa base n'est point à découvert. Le porphyre de Münster-Thal l'interrompt jusqu'au contact du muschelkalk, et, plus au sud-ouest, il manque également; ce n'est que de l'autre côté de la vallée que le grès reparaît sur le prolongement de la même ligne. Dans les carrières de Saint-Gothard, le grès est quartzeux, feldspathique, à ciment d'oxyde de fer peu abondant et ne renferme point de fossiles; il en est de même de l'assise du muschelkalk, que l'auteur rapporte au calcaire de Friedrichshall. Environs de Freyburg.

La séparation du grès bigarré et du grès des Vosges paraît être ici fort difficile à établir, et en effet nous ne voyons pas ce dernier indiqué sur la carte géologique de la France. Dans les carrières de Grunern, plus étendues que les précédentes, on remarque un grès à grains fins, alternant avec des argiles schisteuses, des conglomérats peu développés, de teintes diverses, puis des grès et des argiles. Le mica manque dans les bancs épais, mais il est fort abondant dans les lits schisteux. Des couches de conglomérats se voient à tous les niveaux. Les cailloux, très nombreux, sont presque contigus. Le grès et l'argile y sont plus ou moins rares. Les cailloux de quartz sont les mêmes que ceux des carrières de Saint-Gothard, et il n'y a point de fossiles non plus. Le plongement se maintient toujours de 35° au N.-O. Dans une carrière ouverte plus haut, un banc de dolomie jaunâtre, peu épais, plonge de 50°. au S.-E , ou en sens inverse du grès. Maintenant on peut conclure que les grès des carrières de Saint-Gothard et de Grunern reposent également sur les roches primaires; les uns et les autres alternent avec des conglomérats composés des mêmes cailloux ; les fossiles y manquent; leur direction et leur inclinaison sont les mêmes, sauf la grandeur de l'angle de cette dernière. Dans les deux localités, existent aussi des grès schisteux et argileux.

Suivant M. Daub, les roches anciennes de la Forêt-Noire n'au-

(1) *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 536. — Voy., aussi : F. Sandberger, *Ueber die offiziellen geol. Aufnahmen Baden'sher Bäder* (section de Müllheim), Badenweiler (*Neu. Jahrb.*, 1859, p. 129).

raient pas contribué seules à la formation de ces grès où dominent l'argile et le quartz, et il suppose que celles des Alpes et des Vosges ont fourni la plus grande partie de leurs éléments. Des actions mécaniques et chimiques auraient dû se produire pendant un temps très long pour former ces grès, sur le mode de dépôt desquels l'auteur insiste particulièrement. Il ne croit pas que l'expression de *grès bigarré* doive être restreinte, comme le veulent quelques géologues, aux seules roches arénacées qui renferment des fossiles, car alors son extension en Allemagne se trouverait très diminuée, et il préférerait qu'on adoptât les expressions de grès *bigarré supérieur* et *inférieur*, comme l'ont proposé M. Mérian et M. Fromherz (1). Mais il n'en resterait pas moins, dans certaines localités, la difficulté de tracer la limite entre le grès bigarré et le grès des Vosges, difficulté sur laquelle nous reviendrons plus loin.

Environs d'Heidelberg.

Dans la partie nord du duché de Bade, les environs d'Heidelberg ont été récemment l'objet de quelques recherches de la part de M. Edw. Hull (2), qui, comme on l'a vu, s'est occupé tout spécialement du trias de l'Angleterre. Le massif montagneux de l'Odenwald, dirigé N., S., limite à l'est la vallée du Rhin, et est traversé par les gorges profondes où coule le Neckar. Sur les parois ou les pentes abruptes de ces dernières, de bonnes coupes sont mises à découvert, particulièrement à Neckar-Steiner et à Eberbach. Des îlots de granite qui surgissent çà et là, entre autres celui d'Heidelberg, supportent les dépôts permiens et triasiques. L'auteur, procédant de bas en haut, décrit d'abord le grès rouge (*rothe todte Liegende*), composé de brèches peu solides, à pâte d'un rouge-brique et grossièrement stratifiées. Les fragments proviennent du porphyre et des granites immédiatement en contact. Quant au zechstein, il serait à peine représenté par une bande de calcaire jaune magnésien avec quelques fossiles indéterminables.

Le trias qui vient ensuite présente ses trois termes habituels.

Le *grès bigarré* de cette localité regardé quelquefois comme

---

(1) *Ueber die Geol. des Swarzwaldes* (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 813). — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 27 des *Notices*.

(2) *On the triasic and permian rocks of Odenwald*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 219, 1857). — Voy. aussi : G. Leube, Analyse du grès rouge d'Heidelberg (*Neu. Jahb.*, 1844, p. 563).

appartenant à la partie la plus inférieure du groupe (*bunter-Schiefer*), et réuni par ce motif au système permien, est, pour M. Hull comme pour M. G. de Léonhard, réellement triasique. Au Kaiserstuhl ou Königstuhl, montagne qui domine la ville et le château d'Heidelberg, élevée de 407$^m$,84 [1300 pieds (1)] au-dessus du Neckar ou de 540$^m$,67 (1723 pieds) au-dessus de la mer, le grès offre une épaisseur de 440 à 470 mètres. Dans tout l'Odenwald son inclinaison est très faible, et il s'abaisse vers les affleurements du muschelkalk sous un angle de 4° ou 5°. Sa teinte est le rouge clair; quelques lits de marnes y sont subordonnés; des cailloux de quartz y sont disséminés, et l'on y observe des veines d'hématite brune. Les carrières ouvertes près de la ville même, à Neckar-Steiner et à Nussloch, ont fourni les pierres employées dans la construction du château et des autres édifices publics du pays. La composition du groupe est ici très uniforme, et aucune partie ne pourrait être assimilée au grès bigarré inférieur ou schisteux d'autres régions de l'Allemagne, car les couches sur lesquelles repose le muschelkalk sont identiques, sous tous les rapports, avec celles qui recouvrent le zechstein ou le grès rouge.

Le *muschelkalk*, coupé par le Neckar près de Mosbach, suit les contours flexueux du pied de l'Odenwald. C'est un calcaire bleuâtre en lits minces, accidentellement fossilifère (*Avicula socialis*, *Ceratites nodosus*, *Terebratula vulgaris*, *Encrinus liliiformis*), et dans lequel on exploite en grand un minerai d'hématite brune à Wiesbach.

Les *marnes irisées* comprennent d'abord des grès gris et bruns avec des argiles schisteuses, d'environ 30 mètres d'épaisseur. Près de Wiesbach une brèche calcaire renferme des fragments de granite, de porphyre et même de grès bigarré. L'auteur déduit de la présence de ces derniers que les marnes irisées doivent être discordantes par rapport au groupe inférieur de la formation et qu'une dislocation et une dénudation ont dû se produire à la fin du dépôt du muschelkalk; mais nous ne voyons ici qu'un fait accidentel, très facile à concevoir, et dont nous ne pensons pas qu'on puisse tirer une conclusion aussi générale. Au-dessus de ces premières assises viennent des marnes et des argiles rouges avec du gypse, formant le sol cultivé en

(1) Nous supposons que ces mesures sont exprimées en *pied du Rhin*, qui = 0$^m$,31385.

vignes autour des villages de Rotherberg et de Rauenberg et dont l'épaisseur est d'environ 50 mètres. Le *grès supérieur du Keuper* leur succède. Près de Rotherberg, où cette division est bien à découvert, ce sont des alternances de grès blanc, à grain fin, d'argile bitumineuse, bleue et blanche, de quelques mètres d'épaisseur. Près d'Ensheim les mêmes bancs ont offert à M. G. de Léonhard le *Calamites arenaceus*, le *Tæniopteris vittata*, le *Pterophyllum Jægeri*. Puis le groupe se termine par un grand développement d'argiles et de marnes grises, rouges, pourpres, avec quelques bancs de grès subordonnés, du gypse et des nodules d'hématite.

L'auteur, mettant ensuite en regard la composition du trias de ce petit district avec celle du trias de l'Angleterre qu'il connaît si bien, trouve que les quatre divisions du groupe des marnes irisées sont comparables de part et d'autre, et qu'en l'absence du muschelkalk au delà du détroit, la masse unique du grès bigarré des environs d'Heidelberg peut, vu sa puissance considérable, correspondre aux trois divisions qu'il a admises dans le même groupe inférieur de l'Angleterre.

Mais on conçoit que ces conclusions, reposant sur des bases d'inégale valeur, ne peuvent avoir qu'une faible importance. En effet, M. Hull n'oppose qu'une infiniment petite portion du trias de l'Allemagne à la presque totalité de celui des îles Britanniques, et de plus les quatre divisions ou étages du *Keuper*, tel qu'il les comprend, ne s'accordent absolument avec aucune des classifications normales que nous avons reproduites, d'après les géologues qui se sont le plus spécialement occupés de ce sujet. Pour qu'une comparaison de cette sorte fût justifiée et pût conduire à des résultats d'un certain intérêt, il eût fallu mettre en regard la large zone triasique de l'Ardenne, de la Lorraine et de la Franche-Comté avec celle du centre et de l'est de l'Angleterre; les faits se seraient présentés alors d'une manière plus naturelle et sur une échelle suffisante le long de ces bords opposés de l'ancienne mer triasique (1).

(1) Au moment où ces feuilles s'impriment, nous recevons de M. Edw. Hull deux *Notices* que nous engageons le lecteur à reporter ci-dessus, p. 50, comme faisant suite aux travaux de ce géologue sur le même sujet. La première traite des *Nouvelles divisions des roches triasiques des comtés du centre de l'Angleterre* (*Manchester geological Society*, vol. II, déc. 1859). L'auteur y conserve les deux divisions que nous avons vues établies par lui dans le groupe des marnes irisées, au lieu de quatre qu'il admettait dans son mémoire comparatif des environs d'Heidelberg. La seconde Notice traite de l'amin-

MM. C. Deffner et O. Fraas (1), en traitant de la formation jurassique des environs de Langenbrücken, ont décrit aussi les marnes irisées de ce pays, qu'ils divisent en quatre étages ou assises. Ce sont de bas en haut : 1° les marnes irisées inférieures (*Unterer Keuper*, *Schilf-Sandstein*, *Stuttgarter Bau-Sandstein*, *Equiseten Sandstein*); 2° l'étage moyen (*mittler Keuper*) (marnes bigarrées et grès cristallisé); 3° sable de chambre (*Stuben-Sandstein*); 4° marnes irisées supérieures. La *couche à ossements*, placée au-dessus, constitue un *groupe* pour les auteurs. Ils la désignent sous le nom de *couche limite* entre le trias et le lias (*Grenz-Schicht.*)

Plus au nord, dans le district de l'Itter (2), le grès bigarré recouvre le zechstein, et ses couches sont interrompues par des affleurements de basalte; il est surmonté par le muschelkalk, puis par les marnes irisées. Dans le voisinage de Thalitt, des argiles rouges, dépendantes du grès inférieur, remplissent des cavités du zechstein, comme à Rosengarthen. Leur épaisseur est de 25 à 30 mètres. Le grès dont la structure est variée renferme des fragments de grauwacke et de schistes argileux cimentés par un sable rouge ou jaune. La stratification est d'ailleurs peu nette, excepté vers le haut.

---

cissement des formations secondaires inférieures de l'Angleterre et de la profondeur probable à laquelle doit se trouver le terrain houiller sous l'Oxfordshire et le Northamptonshire (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XVI, p. 69, 1859). Nous ne retrouvons point dans cette publication un petit tableau qui s'y rapporte cependant et que l'auteur a inséré dans la précédente (p. 31). Ce tableau montre la puissance relative des subdivisions du trias dans les comtés de Chester, de Stafford et aux environs de Coventry. L'épaisseur totale de la formation serait de 1752 mètres (5750 pieds anglais) dans le premier de ces comtés, de 426 à 487 dans le second (1400 à 1600 pieds) et de 183 mètres seulement (600 pieds) autour de Coventry où manque tout le groupe du grès bigarré. L'amincissement du système triasique au sud est ou dans la direction de Londres fait présumer qu'il manque tout à fait sous cette dernière ville.

(1) *Neu. Jahrb.*, 1859, p. 1 et 512, pl. 4, carte et coupes. — Voy. aussi : F. Sandberger, *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 202. L'auteur traite du muschelkalk et du grès bigarré des environs de Baden, etc. — Id., *Mém. sur la constitution géologique de Bade*, dans l'ouvrage intitulé : *Bade et ses Thermes*, par A. Robert et Guggert, chap. 4, in-8°, avec pl., 1860.

(2) *Versuch*, etc., Essai d'une description géognostique du district de l'Itter (*zweiter Bericht der Oberhess. Gesellsch. für Natur. und Heilkunde*, etc. Giessen, 1849).

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Bade, Hesse-Darmstadt et provinces voisines.

Bronn. — *Versuch einer geognost. Darstellung*, etc. Essai d'une description géognostique des bords du Neckar inférieur, près d'Heidelberg, in-8°, 1 carte. 1827.
Id. — *Gæa Heidelbergensis*, ou Description géognostique d'Heidelberg, avec carte du Neckar inférieur, 1829-1830.
Ch. Kapp. — Sur la formation métallifère du grès bigarré, près de Commern (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 338).
P. Mérian. — Carte de la partie sud de la Forêt-Noire (*Geognost. Uebersicht d. Sudl. Schwartzwald*. Bâle, 1832).
E. Sitzenberger. — *Uebersicht der Versteinerungen des Grossherzogthums Baden* (Dissertation inaugurale, in-8°. Freyburg, 1851).
Hausmann. — *Geologische Bemerkungen über*, etc. Observations géologiques sur les environs de Bade et de Rastadt (*Göttingische-Gelehrte*, n$^{os}$ 202, 203, 204, 205. 1842. à part. in-4°).
A. Wagner. — Carte géographique et géognostique de l'Odenwald, du Bergstrasse et des bords du Neckar, 1 feuille. Darmstadt.
Speyer. — *Karte der Gegend zwischen Taunus, Volgels-Gebirge, Spessart und Rhön-Gebirge*.
De Klipstein. — Sur l'existence du *Keuper* dans le Vogels-Gebirge (*Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. XV, p. 216, pl. 8, 1840).
E. Dieffenbach. — *Vorschlag zu einer geognost. Landesaufnahme und naturwiss. Untersuchung d. Grossherz. Hessen* (*in Darmstädter Zeitung*, 1850, n$^{os}$ 236, 237, 245 et 253).
F. Becker. — *Geognost. Skizze d. Grossherzogth. Hessen und seiner nachsten Angränzungen*, etc., avec carte in-8°. Darmstadt, 1847-1850.
Fried. Voltz. — *Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Grossherzogthums Hessen*, grand in-8°, avec carte, et pl. in-fol. Mayence, 1852 (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 82).
H. Tasche. — *Geologische Spezial-Karte des Grossherzogthums Hessen und der angrenzenden Landes-Gebiete*, accompagné d'un texte in-8°. Darmstadt, 1859.

## § 4. — Duché de Cobourg.

Au nord du grand-duché de Bade et du Wurtemberg, le trias recouvre presque entièrement l'Odenwald, dans le duché de Darmstadt et le Spessart dans le pays de Francfort, le duché de Wurtzbourg, le Steigerwald, entre le Main et le bassin de la Regnitz en Bavière, formant une sorte de golfe au fond duquel se trouve la ville de Nuremberg et qu'entoure le lias à l'est et au sud. Il occupe l'espace qui sépare les massifs basaltiques du Vogels-Gebirge et du Rhön-Gebirge, pour longer à l'est, dans le duché de Cobourg, le

Thuringerwald, le Frankenwald et le Fichtelgebirge jusqu'à Amberg. Dans cette vaste surface, le grès bigarré occupe surtout la partie occidentale, le muschelkalk la partie moyenne, depuis les rives de la Kocher jusqu'à la vallée de la Verra en Thuringe, et les marnes irisées toute la portion orientale. La zone du muschelkalk et celle du grès bigarré se replient au nord de Cobourg pour redescendre au sud-est le long du Frankenwald, et nous trouverons dans ce dernier pays les éléments complets de la formation dont nous traitons.

Dans son mémoire sur les relations géognostiques du duché de Cobourg et des contrées voisines, M. C. de Schauroth (1) fait remarquer d'abord que le lias et le trias offrent des contours extrêmement découpés, par suite des érosions auxquelles ils ont été soumis; puis il décrit successivement le grès bigarré, le muschelkalk et les marnes irisées, dont nous exposerons les principaux caractères dans l'ordre habituel ou de haut en bas.

Le groupe supérieur, composé de grès, de marnes, de gypse, d'argile, de calcaire et de dolomies, présente, dans ses diverses assises où les marnes dominent, un développement fort inégal, et la ressemblance des roches à des niveaux très différents permet difficilement d'y établir des divisions régulières et comparables entre elles à de grandes distances. L'extension considérable que prend ici ce groupe l'a fait diviser en trois étages. Marnes irisées.

Le plus élevé de ceux-ci comprend des calcaires plus ou moins dolomitiques ou bréchoïdes, des dolomies, des calcaires, des sables siliceux et des grès, sur une épaisseur variable de 1 à 10 mètres, suivant les points. Les roches solides, peu altérées, forment des coupoles ou monticules isolés. Le grès est à grain plus gros que celui de l'assise sous-jacente, et l'on y trouve des restes de plantes, mais point d'animaux. Au-dessous, dans les localités où les marnes rouges et vertes sont peu développées, est un grès blanc, peu solide, tantôt en bancs épais, tantôt en bancs minces, avec des couches de sable et de marne alternantes. Le grès renferme des grains de feldspath et de kaolin, et représente le *grès blanc* du Wurtemberg. Il est séparé de l'assise précédente par des calcaires magnésiens employés dans la bâtisse comme ciment et pour amender les terres.

---

(1) *Ueberischt der geogn. Werhältnisse*, etc., avec carte (*Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. V, p. 698, pl. 15, 1853).

Lorsque le grès commence à dominer, il est peu facile de séparer cet étage du suivant, que l'auteur désigne sous le nom de *Keuper moyen* (1). Ce dernier est essentiellement composé de marnes rouges et vertes, de grès, de gypse, de dolomies et de calcaire. Les marnes rouges dominent vers le bas, et les grès vers le haut. Le gypse constitue des masses lenticulaires séparées; les dolomies, les calcaires magnésiens et argileux ou marneux sont disséminés çà et là dans les marnes bigarrées.

L'*étage inférieur* commence par un grès psammite gris jaunâtre, à grain fin, en bancs de 0m,50 à 4 mètres d'épaisseur, caractérisé par le *Calamites arenaceus*. C'est le *grès moyen* de plusieurs auteurs, le grès de Stuttgart ou *grès à roseaux* (*Schilfsandstein*). Plus bas viennent des marnes argileuses, vertes, rarement rouges ou jaunes, des grès en lits minces et des masses ellipsoïdes de gypse. Ces assises constituent une chaîne de collines qui accompagne la division sous-jacente des argiles charbonneuses, depuis Streudorf jusqu'à Unterwohlsbach. Dans la première de ces localités, le gypse est très développé et pénétré d'argile. Il est blanc, rougeâtre, gris de fumée, suivant sa texture. Ainsi le gypse gris est grenu, le rouge lamelleux et le blanc fibreux; ce dernier n'est d'ailleurs qu'accidentel. Comme partout, les cristaux de quartz abondent dans la variété rouge. L'épaisseur totale des marnes irisées n'a pas moins de 300 mètres.

M. Berger (2) a donné des environs de Cobourg une coupe des marnes irisées que nous reproduirons ici. A partir des argiles

---

(1) Le mot *Keuper*, adopté par de Buch pour l'ensemble du groupe triasique supérieur, signifie, dans le langage des mineurs du pays, *marnes panachées* ou *bigarrées*, d'épaisseur variable. Cette division avait été déjà décrite en partie par M. de Schauroth, dans un travail sur le *Semionotus Bergeri* (*Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol, III, p. 405, 1851). — Voy. aussi, pour les poissons de ce groupe : Note de M. Hornscheub. (Hornschuch?) *Jahrb. für Miner.*, 1830. — Note de M. Berger (*ibid.*, 1832). — Poissons et plantes du grès de Cobourg (*Palæoniscus arenaceus*, *Semionotus Pixii*, Ag. et *S. Bergeri*, id.), rapportés au lias par M. Agassiz (*Neu. Jahrb.*. 1834).

(2) *Die Keuper-Formation mit ihren Konchilien in der Gegend von Coburg beschreiben* (*Neu. Jahrb.*, 1854, p. 408, pl. 6). — Voy. aussi : *Die Versteinerungen der Fische und Pflanzen im Sandstein der Coburg-Gegend*, in-4°, avec 4 pl. Cobourg, 1832. — Boué, *Bull.*, 1re sér., vol. V, p. 292 (*Résumé des progrès*, etc., en 1833).

charbonneuses, il a observé de bas en haut, en décrivant le gisement de gypse de Fuchsberg :

1. Marnes sablonneuses avec des pseudomorphoses de cristaux de sel ; sur d'autres points elles passent à des calcaires noduleux et renferment quelques petites coquilles.
2. Grès inférieur, argileux, grisâtre (*Malmstein*), formant les collines de Bertholdsdorf à Cobourg et au delà; au-dessus est une argile schisteuse grise.
3. Marnes panachées renfermant vers le bas des marnes magnésiennes en lits minces, celluleux, ressemblant au calcaire écumeux (*Schaumkalk*) et beaucoup de moules et d'empreintes de coquilles.
4. Grès quartzeux, bien stratifié, rougeâtre, à gros grains ou à grains fins, rappelant le grès bigarré inférieur et exploité sur divers points. La coupe d'Hambach montre en outre un grès moins solide avec des argiles verdâtres et d'autres sablonneuses.
5. Grès de 5 à 6 mètres d'épaisseur, blanchâtre, feldspathique, à grains de quartz rouge, vert, et argile micacée, ressemblant beaucoup au gres bigarré supérieur. Il est placé entre des marnes grises et des marnes panachées. Dans la coupe du Guber-stein le grès a 3 ou 4 mètres d'épaisseur et la marne est gris-verdâtre ; à Wüstenahorn et à Neusee, le gypse se trouve au-dessus de ces marnes, puis viennent une marne bariolée et des grès.
6. Grès blanc, peu solide, renfermant plus de kaolin que le précédent et un conglomérat subordonné.
7. Grès quartzeux rougeâtre, à gros grains, semblable au n° 4, quelquefois blanc, avec du kaolin, des fragments de quartz, de schistes siliceux, de feldspath, etc. (chemin de Banz, avant Ebersdorf, etc.).
8. Marnes rouges affleurant sur divers points.

M. Berger signale dans les marnes dolomitiques les *Unio keuperianus*, *Hornschuchi* et *Roeperti*. Un *Mytilus* (*M. eduliformis*, Schloth.., *M. vetustus*, Gold.) du muschelkalk se trouve associé à ces coquilles. La *Posidonomya minuta* a été observée dans les assises 4 et 5 ; elle est un peu plus grande que celle des argiles charbonneuses.

M. de Schauroth sépare aussi des marnes irisées proprement dites l'étage des argiles charbonneuses. C'est, dit-il, un système de couches complexe qui se lie d'une part au muschelkalk et de l'autre aux marnes irisées, paléontologiquement et pétrographiquement. Ainsi les fossiles caractéristiques du premier y sont nombreux encore, mais semblent y finir, tandis que la flore des secondes s'y montre pour la première fois. Les argiles et les calcaires les rattachent au Argiles charbonneuses.

muschelkalk, les grès aux marnes irisées, de sorte qu'on ne peut guère, dans l'embarras de ces ressemblances contradictoires, se prononcer définitivement sur la valeur absolue de ces rapports. Par suite, l'auteur a consacré à ces couches une teinte particulière pour les distinguer sur sa carte. Comme dans le Wurtemberg, cette division du trias se compose ici d'argiles, de dolomies, de grès et de bancs de charbon impur.

Les dolomies de la partie supérieure correspondraient aux bancs suivis de la dolomie de la Lorraine, et limiteraient l'étage vers le haut. Au-dessous viennent les lits de charbon subordonnés à des sables et à des argiles. Ils sont exploités sur plusieurs points, mais toujours d'une faible épaisseur. Les variations fréquentes qu'on y observe ne permettent pas d'en présenter des coupes régulières ou types; cependant le profil d'Heldritt peut, jusqu'à un certain point, donner une idée de la composition de cette petite série. On y voit de haut en bas :

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Calcaire dolomitique avec des empreintes de *Myophoria Goldfussi*, de *Gervillia*, etc., oolithique à la partie inférieure | 1,00 |
| 2. | Argile bleuâtre | 0,50 |
| 3. | Dolomie jaunâtre, fendillée, à cassure terreuse, celluleuse, dont les cavités sont tapissées de calcaire spathique déposé par les eaux qui pénètrent la roche | 0,75 à 1,00 |
| 4. | Argile marneuse jaunâtre, fendillée, et calcaire spathique | 0,10 |
| 5. | Grès gris, à grain fin, avec des traces de charbon | 0,15 |
| 6. | Argile impure, grise, jaune à la surface | 0,20 |
| 7. | Charbon rarement pur, ordinairement terreux, avec des nodules siliceux disséminés | 0,30 |
| 8. | Argile grise, jaunâtre au dehors, avec des traces de charbon | 1,00 |
| 9. | Grès à grain fin, gris-jaunâtre, irrégulièrement stratifié, micacé, en lits minces, taché de jaunâtre par l'oxyde de fer | 0,50 |
| 10. | Argile grise, charbonneuse vers le haut, sableuse et micacée vers le bas, où elle passe au grès | 0,50 |
| 11. | Grès charbonneux, en bancs discontinus, d'épaisseur variable, gris, jaunâtre, taché de rouge, à grain fin et micacé par places, renfermant des concrétions ellipsoïdes, caractérisé par l'*Equisetum columnare*, exploité et se divisant en blocs polyédriques | 3,00 |

Les carrières d'Ettingshausen et de Kleinwalburg offrent la même suite de couches. On y remarque des restes de plantes aquatiques et un lit avec des Trigonies et des Myacites.

Ce petit système repose sur des grès et des argiles schisteuses avec du sable, renfermant une grande quantité de *Posidonomya minuta*, et l'*Anodonta lettica*, Quenst. (1), formes organiques des argiles charbonneuses de Gaildorf. Plus bas est un banc verdâtre qu'a décrit M. Geinitz; puis viennent les roches qui font le passage au muschelkalk. Celui-ci, qui déjà était argileux dans ses derniers bancs, cesse bientôt de montrer du calcaire, et l'argile qui leur succède passe à un sable, celui-ci à un schiste sableux et à un grès à ciment argileux. C'est à 10 mètres au-dessus du muschelkalk, et au-dessous du banc verdâtre dont nous venons de parler, que se montrent des bancs minces de dolomie avec *Lingula tenuissima*, des débris de poissons, particulièrement d'*Acrodus* et de *Saurychthys*. L'étage des argiles charbonneuses ainsi constitué a environ 30 mètres d'épaisseur.

Des trois divisions du muschelkalk que nous avons vues dans le Wurtemberg et que nous retrouverons dans la Thuringe, deux seulement paraissent exister dans le duché de Cobourg ; ce sont la supérieure et l'inférieure, de sorte que l'étage de l'anhydrite n'y serait pas représenté. Quelques sondages ont cependant atteint des couches qui peuvent faire soupçonner la présence du gypse. Les profils des environs d'Iéna et de Cobourg, donnés par M. de Schauroth, montrent la différence de composition du groupe au nord et au sud du Thuringerwald. Muschelkalk.

A la jonction du muschelkalk et du grès bigarré, existent quelques bancs dolomitiques et d'autres de gypse impur peu développés; puis viennent les argiles supérieures du groupe, toujours d'un rouge foncé, tachées de blanc çà et là. D'autres argiles rouges se trouvent à sa base et le séparent du zechstein. Entre ces deux extrêmes sont des grès ou psammites à grains de quartz réunis par un ciment de kaolin et d'argile rouge. La texture et la structure de la roche varient d'ailleurs par la proportion du ciment, la grosseur des grains de quartz, et le grès passe même vers le bas à un conglomérat. Plus les fragments de celui-ci sont volumineux, moins il y a de kaolin et de mica, et moins la roche est solide. L'épaisseur totale du groupe paraît atteindre 200 mètres. Grès bigarré.

Le Rhön-Gebirge, dont les masses basaltiques forment la limite du duché de Wurtzbourg et de celui de Francfort, s'élève au mi-

---

(1) *Handbuch der Petrefactenkunde.*

lieu du grès bigarré, borné à l'est par la grande zone médiane du muschelkalk; or M. E. Hassencamp (1) a reconnu que dans cette région ce dernier groupe présentait les divisions appelées *calcaire à Lima*, *calcaire ondulé* et *calcaire à Pectinites*, avec les mêmes caractères qu'elles offrent dans le Brunswick et la Thuringe, au nord et au nord-est. Mais il n'a pu y distinguer d'autres sous-divisions, si ce n'est dans le calcaire ondulé où se trouverait encore le *calcaire écumeux* (*Schaumkalk*). Dans un mémoire précédent, le même observateur s'était occupé des rapports stratigraphiques de ce système de couches. Plus à l'ouest encore, nous signalerons un travail de M. de Klipstein sur l'existence des marnes irisées (*Keuper*) dans le Vogels-Gebirge (2).

Paléontologie. La distribution des végétaux fossiles dans les divers termes du trias, mais surtout dans le premier et le troisième, a donné lieu à quelques considérations que nous avons reproduites en terminant leur examen sur les deux versants des Vosges (*antè*, p. 142). L'étude de la flore des marnes irisées, riche surtout aux environs de Stuttgart, de Bamberg et de Cobourg, a suggéré à M. Ad. Brongniart (3) des réflexions également intéressantes que nous insérerons ici avec la liste des espèces de plantes recueillies particulièrement dans ces trois localités.

On a déjà vu que, sous le point de vue botanique, le savant auteur séparait complétement le grès bigarré des marnes irisées; il désigne la flore du premier sous le nom de *période vosgienne*, et comprend celle des secondes dans sa *période jurassique*, où il distingue *quatre époques* différentes (keupérique, liasique, oolithique et wealdienne).

Cette période botanique jurassique est, dit M. Brongniart, une des plus étendues de la série géologique par le nombre des formations qu'elle embrasse et la diversité des époques particulières de végétation qu'elle nous dévoile, bien qu'on ne puisse se refuser à comprendre sous une même dénomination des époques pendant lesquelles se sont succédé des formes souvent très analogues. Cette période s'étendrait ainsi depuis les marnes irisées inclusivement

(1) *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 942.
(2) *Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. XV, p. 216, pl. 9, 1840.
(3) *Dictionnaire univ. d'histoire naturelle*, vol. XIII, p. 151, 1849.

jusqu'aux dépôts wealdiens. En effet, les *Pterophyllum* du premier de ces groupes reparaissent dans le dernier avec de légères différences spécifiques. Les *Equisetites* des marnes irisées remontent jusqu'au groupe oolithique moyen; les *Baiera* du lias se montrent dans les couches wealdiennes du nord de l'Allemagne; les *Sagenopteris*, les *Camptopteris*, existent à la fois dans les marnes irisées, le lias et les couches oolithiques au-dessus.

Cependant ces caractères communs, qui indiquent une grande analogie entre les flores de chacune de ces époques, n'empêchent pas de reconnaître dans chacune d'elles des caractères propres et souvent un ensemble d'espèces toutes particulières. C'est pourquoi l'auteur, prenant en considération ces analogies, a distingué quatre flores dans la période jurassique, telle qu'il la comprend. La flore particulière du groupe des marnes irisées dont nous avons traité dans ce chapitre présente les espèces suivantes :

CRYPTOGAMES AMPHIGÈNES. — Algues. — *Confervites arenaceus*, Jæg., *Delesserites crispatus*, Brong.

CRYPTOGAMES ACROGÈNES. — Fougères. — *Odontopteris cycadea*, Berg., *Neuropteris ? distans*, Sternb., *Sphenopteris Rœssertiana*, id., *S. pectinata*, id., *S. clavata*, id., *S. oppositifolia*, id., *Coniopteris Schœnleiniana*, Br., *C. Kirchneri*, Brong., *C. tricarpa*, id., *Hymenophyllites macrophyllus*, Br., *Tæniopteris marantacea*, Sternb., *T. elongata*, Brong. (1), *Pecopteris stuttgartiensis*, id., *P. Meriani*, id., *P. taxiformis*, Sternb., *P. microphylla*, id., *Desmophlebis flexuosa*, Gœpp., *D. Rœsserti*, Sternb., *D. imbricata*, id., *D. concinna*, id., *D. obtusa*, id., *Guttbiera angustifolia*, Presl., *Phlebopteris Landrioti*, Brong. (2), *Camptopteris Munsteriana*, Sternb., *Thaumatopteris ? quercifolia*, Brong., (*Pecopteris*, id., Sternb.), *Sagenopteris rhoifolia*, Sternb., *S. acuminata*, id., *S. semicordata*, id., *Cottæa Danæoides*, Gœpp.

Equisétacées. — *Calamites arenaceus*, Brong., *C. Jægeri*, id., *Equisetites columnaris*, id., *E. cuspidatus*, Sternb., *E. elongatus*, id., *E. Schœnleinii*, id., *E. conicus*, id., *E. sinsheimicus*, id., *Equisetum Meriani*, Brong., *E. Munsteri*, Sternb., *E. Hœflianus*, id., *E. moniliformis*, id.

DICOTYLÉDONES GYMNOSPERMES. — Cycadées. — *Pterophyllum Jægeri*, Brong., *P. longifolium*, id., *P. Meriani*, id., *Zamites ? Munsteri*, Sternb., *Z. acuminatus*, id., *Z. heterophyllus ?* id.

---

(1) Cette espèce est de Saint-Léger-sur-Dheune (Saône-et-Loire).
(2) *Ibid.*

Conifères. — *Taxodites Munsterianus*, Sternb., *T. tenuifolius*, id., *Cunninghamites? dubius*, id., *Peuce keuperianus*, Ung. (*Pinites*).

MONOCOTYLÉDONES DOUTEUSES. — *Palæoxyris Munsteri*, Sternb., *Preisleria antiqua*, id.

Si l'on compare, dit encore M. Brongniart, cette flore avec celle du grès bigarré de la région des Vosges et avec celle du lias, on voit qu'elle n'a de commun avec la première que le *Palæoxyris*, espèce qui paraît être très voisine de celle du grès bigarré, tandis qu'elle ressemble à la flore du lias et même à celle des groupes oolithiques par les fougères dont plusieurs sont spécifiquement identiques, ou du moins extrêmement voisines, par les *Zamites* et les *Pterophyllum*, qui sont aussi ou identiques ou spécifiquement très voisins de ceux du lias.

# CHAPITRE X.

## FORMATION TRIASIQUE DU CENTRE ET DU NORD DE L'ALLEMAGNE.

Observations générales.

Ainsi que nous l'avons indiqué, ce chapitre comprendra la description des dépôts du trias qui s'étendent à la surface d'un plan incliné au N. depuis une ligne dirigée presque E., O., passant par les points culminants du Vogels-Gebirge, du Rhön-Gebirge, du Frankenwald et l'extrémité sud du Fichtel-Gebirge, jusqu'aux plaines tertiaires qui bordent la mer. C'est surtout à cette surface, arrosée par les nombreux affluents de l'Elbe et du Weser, que doit s'appliquer ce que nous avons dit des difficultés résultant d'une orographie et d'une hydrographie très compliquées, de circonscriptions politiques très multipliées et sans rapports avec les caractères physiques de la contrée, enfin de la présence de systèmes de roches extrêmement variées dont les affleurements sont découpés, interrompus ou contournés en divers sens. Aussi devrons-nous faire le plus ordinairement abstraction des divisions politiques et décrire cette surface comme un tout, en étudiant successivement les caractères et le développement des trois groupes partout où ils se montrent, et en nous dirigeant du S. au N., de manière que ces détails fassent suite à ceux du chapitre précédent. Nous procéderons donc ici comme pour l'est de la France, où d'ailleurs la marche était toute simple, chaque zone triasique se déroulant normalement, suivant son ancienneté, le long des Vosges, au lieu de former une multitude de zigzags et de s'enchevêtrer les unes dans les autres, comme on le voit dans le centre et le nord de l'Allemagne.

Cependant, lorsqu'on jette les yeux sur une carte géologique de ce dernier pays, on ne tarde pas à reconnaître que la distribution de ces dépôts, malgré leur confusion apparente, est soumise à quelques lois générales, relativement à certains centres montagneux et à certaines directions. Ainsi la direction dominante des zones d'affleurement situées entre la rive gauche de l'Elbe et le bassin de la Westphalie ouvert à l'O., région que parcourent l'Ems, la Lippe et la

Ruhr, est généralement N.-O., S.-E. Le Teutoburgerwald, le Westerwald à l'ouest, le Harz au nord, le Thuringerwald et le Frankenwald au sud, affectent sensiblement aussi cette direction, et les systèmes de couches qui se coordonnent à ces reliefs du sol en suivent par conséquent la disposition. Il en est de même des collines secondaires situées plus au nord, entre Brunswick et la rive gauche de l'Elbe, tandis que, dans l'espace compris entre le Harz et le Thuringerwald, ou le bassin hydrographique de la Saale et de ses affluents, dans les duchés de Weimar, de Gotha et de Schwartzbourg, les groupes triasiques se développent plus ou moins horizontalement, d'une manière concentrique, avec des limites nécessairement très sinueuses.

Au sud-est et à l'ouest de cette même surface, le trias est souvent séparé des dépôts de transition anciens par le système permien (grès rouge, *rothe todte Liegende*, zechstein), qui se relève aussi dans la principauté de Hesse-Cassel, entre la Verra et la Fulda, et qui circonscrit également le pied sud-est du Harz. Au nord, au nord-ouest et au nord-est, le trias disparaît sous les dépôts jurassiques, crétacés ou tertiaires, tandis qu'au sud il se continue sans interruption avec celui du Wurtemberg et de la Bavière, en passant entre les massifs basaltiques du Wogels-Gebirge, du Rhön-Gebirge et les porphyres du Thuringerwald.

### § 1. — Groupe des marnes irisées.

Les marnes irisées occupent un espace considérable dans la Thuringe, autour de Gotha et dans le bassin de l'Unstrut, tributaire de la Saale, où elles sont complétement circonscrites par les affleurements du muschelkalk. On les observe ensuite au fond de la vallée de la Leine, autour de Göttingen, dans le centre du massif boisé du Wesergebirge et du Teutoburgerwald, entre la rive gauche du Weser et Osnabruck, et elles forment plusieurs zones flexueuses, parallèles à celles du muschelkalk et du grès bigarré au nord et au nord-ouest du Harz.

La belle carte géologique de la Saxe (1), résultat des longues et

(1) *Geognostische-Specialcharte des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Länder-Abtheilungen*, en 16 feuilles, avec des profils sur les marges, 1830-1846. — Réduction par M. Naumann, *Geognostische General-Charte des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Länder-Abtheilungen*, 1 feuille. Dresde, 1845.

savantes recherches de MM. C. F. Naumann et B. Cotta, n'offre de trias que dans sa partie nord-ouest, et encore les marnes irisées ne se montrent-elles qu'à l'ouest de Camburg. Sur les feuilles XVIII et XIX, on voit, d'après les altitudes placées sur les marges, que le grès bigarré n'y dépasse pas 357 mètres, le muschelkalk et les marnes irisées 416.

Le magnifique travail que l'on doit à M. B. Cotta (1), et qui peut être regardé comme le prolongement occidental du précédent, embrassant toute la Thuringe, présente au contraire le développement le plus complet de la formation qui nous occupe. On comprend que les bornes dans lesquelles nous devons nous renfermer ne nous permettent pas de décrire d'une manière bien détaillée la répartition géographique très compliquée de nos trois groupes; mais nous reproduirons, en décrivant chacun d'eux, les coupes que l'auteur en a données en marge des feuilles de sa carte, coupes qui font voir la composition principale de ces mêmes groupes dans l'étendue de chacune d'elles, et il suffira de les comparer ensuite pour avoir une idée suffisante de leurs modifications les plus importantes sur les principaux points de la Thuringe.

Nous venons de dire que les marnes irisées paraissaient à peine dans la Saxe à l'ouest de Camburg, entre Eckartsberga et Apolda. Sur la feuille XVIII de la carte géologique de ce pays, deux profils, passant par cette petite région, montrent qu'elles y ont été très accidentées, surtout à Eckartsberga, où le muschelkalk vertical semble enfermer une partie du premier groupe, qui aurait été saisi ou comme pincé dans un plissement. La feuille III de la carte de la Thuringe, qui fait naturellement suite à la précédente, est presque exclusivement occupée par le trias, et plus particulièrement par les marnes irisées, depuis Weimar jusqu'à Erfurt et Gotha au sud. Celles-ci sont bornées au nord par une zone étroite de muschelkalk, dirigée obliquement N.-O, S.-E. Au sud et à l'ouest, des zones flexueuses de ce second groupe interrompent ou limitent aussi leur extension. Saxe, Weimar et Thuringe.

M. Cotta réunit le *grès jaune* au lias, et l'étage des *argiles charbonneuses* aux marnes irisées, comme nous le faisons nous-même. Le groupe est divisé en *keuper supérieur*, composé de marnes panachées avec des amas de gypse subordonnés, et *keuper infé-*

(1) *Geognostische Karte von Thüringen*, en 4 feuilles. Dresde et Leipzig, 1844, 1846 et 1847.

*rieur*, comprenant des dolomies, des calcaires, des grès gris, des argiles schisteuses, grises et brunes et des argiles charbonneuses. Sur la feuille I, qui représente le pays au sud de la précédente, les marnes irisées ne se montrent qu'au nord-ouest, autour d'Arnstadt, et se rapprochent beaucoup du Thuringerwald. Elles y sont moins développées, et renferment également du gypse. Enfin, sur la feuille IV, continuation à l'ouest de la feuille III, le même groupe forme plusieurs îlots découpés, entourés par le muschelkalk, au nord et à l'est d'Eisnach, et plus haut, autour de Mülhausen. Il est de nouveau fort épais et divisé par M. Cotta en deux parties : la supérieure, comprenant une masse panachée, l'inférieure un banc de dolomie, un grès brun et gris et des schistes avec des argiles charbonneuses.

Dans une coupe du groupe supérieur des environs de Mattstedt, sur la rive gauche de l'Ilm en Thuringe, M. W. B. Geinitz (1) décrit, de haut en bas, la série suivante :

1. Grès des marnes irisées.
2. Marnes.
3. Argile.
4. Couches charbonneuses.
5. Id., avec *Equisetum* et *Calamites*.
6. Argiles.
7. Muschelkalk.

Les assises 3, 4, 5 et 6 constituent l'étage des argiles charbonneuses (*Lettenkohle*), dont l'épaisseur est assez faible. Des exploitations y ont été entreprises dès 1767, non pour le combustible que ces couches renferment, mais pour le fer sulfuré qui servait à la fabrication de l'alun et de la couperose verte. Depuis lors, c'est le combustible qu'on y a recherché et exploité. On peut suivre les affleurements de ces assises jusqu'à Wickerstedt; partout des études ont été faites, et l'on y a constaté l'existence de trois bancs supérieurs accompagnés d'une couche verte. Près de Naundorf et d'Apolda, les teintes de l'argile sont grises, nuancées de rouge et de bleu. L'auteur ne comprend point d'ailleurs ces couches dans le groupe du *Keuper*, composé seulement des assises 1 et 2 qui les recouvrent. Il en fait une division séparée, à l'exemple de M. d'Al-

(1) *Beitrag zur Kenntniss des Thuringer Muschelkalkgebirges*, in-12 avec une planche de fossiles (poissons). Iéna, 1837.

berti. Nous reviendrons plus loin sur la partie principale de ce travail.

Le trias de la Thuringe, considéré dans son ensemble, présente, suivant M. Credner (1), la série suivante, à partir du lias qui le recouvre :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Trias de la Thuringe | Marnes irisées. | | Marnes et grès quartzeux et argileux. |
| | | | Id., avec gypse. |
| | | | Dolomies avec Gervillies et débris de reptiles sauriens. |
| | | Argiles charbonneuses. | Grès avec empreintes de plantes, schistes argileux et charbon. |
| | | | Calcaires magnésiens. |
| | Muschelkalk. | Calcaire de Friedrichs-hall. | Calcaire supérieur à Térébratules (*T. vulgaris*, var. *minor*, *Gervillia socialis*, *Ammonites nodosus*). |
| | | | Bancs à Limes (*Lima*, *Pecten inæquistriatus*). |
| | | | Banc oolithique. |
| | | Etage de l'anhy-drite. | Gypse, argile et sel gemme. |
| | | Cal-caire ondu-lé. | Calcaire écumeux (*Schaumkalk*, *Mehlbatzen*). |
| | | | Banc inférieur à Térébratules (*T. vulgaris*, var. *major*, Encrines. |
| | | | Couches minces de calcaire compacte (*T. vulgaris*, etc.). |
| | Grès bigarré. | | Grès rouge. |
| | | | Dolomie ou bancs gypseux. |
| | | | Grès. |

La séparation du lias et des marnes irisées, d'une part, et celle des argiles charbonneuses et du muschelkalk, de l'autre, n'ont pas moins préoccupé les géologues du centre de l'Allemagne que ceux du sud. Dans la Thuringe, dit M. Bornemann (2), il y a un véritable passage aux deux extrémités de la série. Il n'existe pas de couche bien caractérisée qui puisse servir de ligne de démarcation entre la base des argiles charbonneuses et le muschelkalk proprement dit. Quant à la partie supérieure, les cycadées ayant été d'abord regardées comme ne descendant pas au-dessous du lias, les grès de Gotha et d'Eisnach avaient été rapportés à ce groupe; mais on a dû revenir sur cette conclusion lorsqu'on a vu ces plantes s'abaisser dans les argiles charbonneuses. Néanmoins la séparation des deux systèmes paraît être marquée par un banc placé au-dessus de ce grès et qui occupe le même niveau à l'ouest, sur les bords de la Lein, autour de Göttingen. Ce banc est rempli de petites bivalves (*Tæniodon Ewaldi*). Les plantes fréquemment citées à Mülhausen sont des bois d'*Araucaria* et des feuilles rencontrées dans des couches placées au-dessous des argiles charbonneuses (*Myacitesthone*),

(1) *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 53.
(2) *Zeitschrift der geol. Gesellsch.*, etc., vol. VI, p. 652. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 59.

et qui renferment aussi le *Myacites vulgaris*, la *Posidonomya minuta*, des débris de fougères, de calamites et d'équisétacées. Cette flore a été l'objet d'une étude particulière de la part du même observateur (1), travail dans lequel il a comparé surtout les cycadées de cette époque avec celles qui vivent actuellement. Les argiles charbonneuses des environs de Mülhausen présentent :

1. Marnes et calcaire magnésien alternant avec des lits d'argile.
2. Argile charbonneuse foncée, avec quelques bancs solides subordonnés.
3. Grès avec des empreintes de plantes, des Trigonies, *Myacites letticus*, etc.

Enfin, dans cette même localité, cet étage a aussi présenté des nodules de fer métallique et du fer sulfuré (2).

M. Herbst (3) a rapporté les grès marneux et les dolomies placées sur les argiles charbonneuses des environs de Weimar aux marnes irisées qui sont plus haut, au lieu de les réunir à ces mêmes argiles. Il s'est attaché à expliquer ensuite la disposition particulière de ces couches relativement au muschelkalk environnant, et a signalé les failles et les plissements qui s'y sont produits.

Plus récemment, M. K. V. Seebach (4) a donné un tableau général du trias du duché de Weimar, tableau que nous reproduirons ici tout entier, sauf à y renvoyer le lecteur lorsque nous traiterons des autres groupes. A l'exemple de M. d'Alberti, l'auteur considère les argiles charbonneuses comme une division d'une importance égale aux trois groupes de la formation, et qu'il désigne par le n° 3. Nous concevons les motifs qui ont pu les faire placer avec le muschelkalk, mais nous ne pouvons admettre qu'elles aient la même valeur que celui-ci, ou que les marnes irisées auxquelles nous les associerons comme précédemment, en renversant aussi l'ordre de bas en haut, suivi par M. Seebach.

Au-dessous d'un tuf calcaire avec de nombreux fossiles quaternaires, sur lequel est bâtie la ville de Weimar, viennent successivement :

---

(1) *Ueber organische Reste der Lettenkohlen-Gruppe*, etc., in-4°, 12 pl. Leipzig, 1856. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 615.

(2) *Ann. de Poggendorf*, vol. LXXXVIII, p. 145, 1851.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 543.

(4) *Ueber die Trias um Weimar* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, vol. XI, p. 158, 1858).

| | | |
|---|---|---|
| Marnes irisées. | 1. Marnes panachées, très développées, avec gypse; fossiles très rares. | |
| | 2. Dolomies de 5m,60 d'épaisseur (1) (*Haupt Dolomite* de Schauroth), avec *Myophoria Goldfussi*, d'Alb., *Gervillia*, *Mytilus eduliformis*, *Lima striata*, *Ostrea*, gastéropodes et débris de vertébrés. | |
| | 3. Marnes panachées, 8m,50. | |
| | Ici se terminent, pour l'auteur, les marnes irisées ou *Keuper*. | |
| | 4. Grès et marnes sableuses. | |
| | 5. Argile grise, marnes, dolomies et argiles charbonneuses (*Posidonomya minuta*, *Bairdia pirus*. *B. procera*, *B. teres*, *Cytherea dispar*, *Calamites arenaceus*, des cycadées, des debris d'*Unio*, de poissons et de reptiles sauriens. | |
| | Ces assises 4 et 5, qui constituent l'étage des argiles charbonneuses, seraient, d'après l'auteur, un dépôt de rivage plus ou moins développé, suivant les localités, mais toujours divisible en deux parties, l'une inférieure, l'autre supérieure. | |
| Muschelkalk. | 1. Calcaires et argiles (*Thonplatten*, Credner, *Glass-platt*) (*Myophoria pes anseris*, Bronn, *Myacites*, *Dentalium læve*, restes de poissons, de sauriens, autres fossiles de l'assise no 3 ci dessous. . . . . . . . . | 11,33 |
| | 2. Banc formé de valves de *Terebratula vulgaris* (banc supérieur à Térébratules). | |
| | 3. Calcaires tantôt argileux, tantôt cristallins, en bancs alternant avec des lits d'argile et de sable. Cette assise avait été désignée sous le nom peu justifié de *calcaire à Gervillies* (*Ceratites nodosus*, de Haan, *Nautilus bidorsatus*, Schloth., *Pecten lævigatus*, Gold., Ziet., *P. discites*, Hehl, *Gervillia socialis*, Quenst., *G. costata*, id.) . . . | 23,00 |
| | 4. Calcaire à crinoïdes (*Trochitenkalk*) et calcaire d'un aspect cristallin par la grande quantité d'Encrines qu'il renferme. Banc pétri de *Terebratula vulgaris*, et un autre de *Lima striata* (*Lima-Bank*, de Credner) (*Encrinites liliiformis*, Schloth., *Mytilus eduliformis*, id., *Ostrea spondyloides*, id., *T. trigonella*, id., *Cidaris subnodosus* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4,24 |
| | 5. Calcaire marneux presque toujours oolithique, avec quelques lits de silex vers le bas; banc calcaire oolithique subordonné (*Natica oolithica*, Zenk., *Serpula valvata*. Gold., etc.) . . . . . . . . . . . . | 3,40 |
| | 6. Calcaire dolomitique bien stratifié, en partie sous forme de grandes lentilles (*oberer-Muschelkalk*). muschelkalk supérieur. . . . . . . . | 11,33 |
| | 7. Dolomie celluleuse intercalée en partie dans l'assise suivante et en partie dans la précédente. Gypse de 14 mètres d'épaisseur, sans anhydrite ni sel gemme. | |
| | 8. Calcaire dolomitique en couches minces, avec des druses de calcaire spathique (calcaire celluleux de Credner). . . . . . . . . . . . . | 8,50 |
| | 9. Bancs calcaires, au nombre de 4 à 10, très poreux, gris jaunâtre, avec chaux carbonatée pure, alternant, vers le bas, avec les premiers bancs de calcaire ondulé (muschelkalk moyen) (*Gervillia costata*, *Encrinites liliiformis*, *Natica Gaillardoti*, peu nombreux, etc.) | |
| | 10. Calcaire marneux, toujours ondulé (*Wellenkalk* supérieur), régulièrement stratifié, avec *Lima lineata* et quelques autres fossiles. . . . . | 17,00 |
| | 11. Bancs calcaires au nombre de 3 à 8, poreux, gris jaunâtre, avec *Terebratula vulgaris*, *Cucullæa Beyrichi* Sternb., et beaucoup d'autres fossiles; c'est le banc inférieur à Terébratules. . . . . . . . . . . . . | 3,00 |
| | 12. Calcaires en couches irrégulières, semblables au no 10, avec peu de fossiles (calcaire ondulé ou *Wellenkalk* inferieur). . . . . . . . . . . | 40,00 |
| | 13. Marnes dolomitiques, calcaires magnésiens et dolomies sans fossiles. (C'est une partie de la couche à celestine de Schmid.) . . . . . . . . | 8,60 |
| | 14. Calcaire dur divisé en plusieurs bancs (Muschelkalk inférieur), fossiles nombreux; un banc de Trigonies ou *Myophoria vulgaris*, Bronn, *Natica gregaria*, Schaur. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5,60 |
| Grès bigarré. | 1. Bancs calcaires et argiles schisteuses bigarrées, renfermant du sable quartzeux rouge. Dans les calcaires sont des *Myophoria Goldfussi*, d'Alb., *Rhizocorallium jenense*, Zenk, etc. . . . . . . . . . . . . . | 57,00 |
| | 2. Grès bigarré proprement dit, peu solide, à ciment peu abondant d'un aspect uniforme, surmonté par des lits de marne alternants, formant le passage au no 1. | |

(1) Nous supposons que l'auteur s'est servi du pied de Saxe qui = 0m,2833.

Le trias ainsi composé, et surtout le groupe du muschelkalk des environs de Weimar, représentent parfaitement les dépôts contemporains décrits par M. Credner dans la Thuringe et par M. Schmid aux environs d'Iena. Le muschelkalk offre en outre la plus grande analogie avec celui de Brunswick.

D'après la carte de M. Cotta, les principales altitudes des marnes irisées sont de 292, 279 et 217 mètres au nord de Weimar; de 246$^{m}$,87 et 230$^{m}$,62 entre cette ville et Erfurt; de 311$^{m}$,83 au sud de cette dernière; de 279, 318$^{m}$,33 et 308$^{m}$,59 entre Erfurt et Gotha. Plus au nord, jusqu'aux affleurements du muschelkalk, les altitudes sont sensiblement moindres.

Hanovre. Au nord-ouest du bassin hydrographique de l'Unstrut, où les marnes irisées occupent une surface si considérable, on les voit affleurer encore avec les mêmes caractères dans la vallée de la Leine, et former une bande dirigée N., S. qui passe par Göttingen, Nordsheim, s'infléchit ensuite au N.-O. vers le Weser, sans cependant l'atteindre. Elle reparaît au delà sur sa rive gauche, en face du Seilingerwald, entre le cours de la Dienel et celui de la Nethe. Les mêmes dépôts s'observent au-dessus du muschelkalk qui occupe tout le pays. Plus au nord, le Teutoburgerwald, surtout dans sa partie orientale, est presque entièrement formé par le groupe triasique supérieur qui, au sud de Pyrmont, entoure un affleurement considérable de muschelkalk et de grès bigarré. Il s'enfonce ensuite au delà sous le lias, ou des dépôts plus récents au nord et au sud de la chaîne.

Dans son mémoire *Sur les vallées de soulèvement et sur leur connexion avec l'origine des sources acidules*, Fréd. Hoffmann (1) a donné une description fort intéressante de la disposition des trois groupes du trias aux environs de Pyrmont et dans le voisinage de Driburg, sur la rive gauche du Weser.

La chaîne précédente, commençant à l'extrémité du terrain de transition des bords du Rhin, se continue l'espace de 20 lieues géographiques, en limitant au nord-est le bassin crétacé de la plaine de Münster. Le relief du pays annonce de loin sa composition, différente de celle de la région qui l'entoure. A Horn, près de Detmold, où la direction, d'abord au N., s'infléchit au N.-O., le massif se

(1) *Annales de chimie et de phys. de Poggendorf*, 1829, n° 9. — Boué, Jobert et Rozet, *Journal de géologie*, vol. I, 1830, p. 159, pl. 7, fig. 1, 2, 3. — *Carte des environs de Pyrmont*, par Brander et Kruger (*Pyrmonts Mineralquellen*, 1826). — Mencke (*Zeitschr. für Miner.*, 1825, p. 1, 149, 219; 1826, p. 385).

divise en trois chaînons parallèles appartenant à trois époques différentes (1). Le chaînon intermédiaire, qui atteint une altitude de 300 mètres, est composé de grès blanc, en bancs épais ; un second, moins élevé, est formé de bancs réguliers appartenant au muschelkalk, et le troisième, plus déprimé encore, recouvert de dépôts quaternaires, montre dans son intérieur des calcaires marneux crétacés. Près de Bielefeld, ceux-ci sont horizontaux ; mais le grès de Detmold est vertical. Dans ce massif, le trias est souvent à un niveau inférieur à celui qu'atteignent les couches crétacées. Les marnes irisées, comme le muschelkalk déjà signalé par F. Hoffmann, y présentent les mêmes caractères que dans le nord-ouest de l'Allemagne (2).

Si revenant à l'est, entre le Weser et la Leine, nous faisons, avec M. Hermann Roemer (3), une coupe N., S., d'Hildesheim à Nordheim, nous trouverons cet espace partagé en quatre bassins par suite de soulèvements et d'érosions, et nous y observerons les divers groupes du trias. Les marnes irisées accompagnent presque constamment le muschelkalk, et l'auteur s'occupe particulièrement des marnes panachées rouges et des grès qui les recouvrent, constituant ainsi les deux divisions supérieures du premier groupe de la formation. Les marnes occupent des chaînes de collines découpées, et les grès, des élévations placées en arrière. Des argiles et des sables se trouvent à la jonction des deux séries. Le grès, de 10 mètres d'épaisseur, a fourni la pierre employée pour l'église d'Hildesheim. Au-dessus est une veine de charbon, puis une argile marneuse et un dernier banc de grès sans fossiles.

Au nord d'Almstedt, les marnes irisées affectent les caractères du grès bigarré. Elles sont rouge foncé et micacées. On y observe des concrétions ferrugineuses, et elles s'étendent jusqu'à Alfeld. M. Roemer décrit également celles qui sont situées au nord d'Oster-

---

(1) Ferd. Roemer, *Ein geognostischer Durchschnitt*, etc., coupe géognostique du Teutoburgerwald (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 269). — Voy., pour l'orographie et la stratigraphie de cette chaîne : F. Hoffmann, *Uebersicht der orograph. und geognost. Verhältnisse von nordwest. Deutschland*, p. 563. Leipzig, 1830, et beaucoup d'autres publications indiquées par M. d'Alberti dans son ouvrage : *Ein Beiträg zu einer Monographie des Bunten Sandstein*, etc., p. 248-350, in-8°, 1834.

(2) Ferd. Roemer, *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 384, pl. 4, fig. 1.

(3) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellschaft*, vol. III, p. 478, 1851.

wald et dont il ne reste que de faibles lambeaux. Entre Hohnstedt et Hor, leur puissance est de 45 à 60 mètres. La coupe du forage exécuté près de Sülbeck peut donner une idée des divers termes du trias de ce pays :

| | Mètres (1). |
|---|---|
| Marnes irisées | 44,00 |
| Muschelkalk | 181,39 |
| Grès bigarré (marnes rouges supérieures) | 86,16 |
| Sel gemme | 35,00 |
| Sel gemme et anhydrite alternant | 50,82 |
| Total | 397,37 |

Près de Nordheim, le grès du premier groupe ressemble encore beaucoup à celui du troisième. Les marnes, d'un rouge foncé, et très développées aussi à Moringen, s'étendent jusque près de Fredelsloh. A peu de distance, le grès, en couches minces, alterne à la partie inférieure avec des marnes, des calcaires et des conglomérats. On y trouve beaucoup d'écailles et de dents de poissons. Plus bas, reparaissent les marnes principales du groupe.

Région sub-haercynienne.

Le trias s'est déposé dans le golfe sub-haercynien, dit M. Frapolli (2), comme dans le reste de l'Allemagne, au fond de bassins modifiés par des dislocations qui ont suivi les couches permiennes. Ses principaux termes, parfaitement concordants entre eux, semblent même passer les uns aux autres. Les dislocations survenues après cette période ont occasionné de nombreuses failles et des rides plus ou moins prononcées à la surface de cette même région. Telles sont celles de Aschersleben, du Hackel, du Huy, du grand Fallenstein et de l'Elmwald. Les détails pleins d'intérêt que l'auteur donne ensuite sur les caractères orographiques, et surtout l'étude approfondie des gypses de divers âges, rendent son travail fort important, mais les roches triasiques n'y jouent, à proprement parler, qu'un rôle très secondaire. Elles ne sont point, en outre, limitées stratigraphiquement ni géographiquement avec assez de précision pour qu'il nous soit utile de nous y arrêter; leur description n'était point le but que s'était proposé M. Frapolli, qui voulait traiter, au point de vue théorique, de l'origine des nombreux amas de gypse compris non-seulement dans les dépôts qui nous occupent, mais encore dans les terrains plus anciens et plus

(1) Nous supposons que l'auteur a fait usage du pied de Hanovre qui = 0m,2921.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 746, 1847. — *Ibid.*, p. 833.

récents. Nous avons eu occasion de parler des derniers en décrivant la formation crétacée (*antè*, vol. V, p. 213-215).

M. Beyrich (1) a fait voir que les marnes irisées au nord du Harz étaient composées de glaises comprenant des plaques minces de dolomie ou de gypse fibreux. Elles suivent les vallées dont elles occupent le fond, et le muschelkalk les crêtes qui les séparent ; elles se comportent en cela comme le lias, et elles ont été dénudées à Westershausen dans la vallée centrale où ce dernier groupe les recouvre. L'auteur s'est particulièrement occupé des relations de ces deux systèmes de couches et des soulèvements qui les ont fait affleurer suivant certaines lignes. La coupe d'Halberstadt à Blankenburg, celle prise à l'est de la première de ces villes et dirigée vers Thale, et une troisième de Ballenstedt dirigée au nord-ouest, se terminant toutes trois au pied nord du Harz, montrent parfaitement les relations des divers étages crétacés avec le lias et le trias sous-jacent, les flexions que ces différents systèmes ont éprouvées, et elles expliquent l'orographie actuelle du pays ainsi que la disposition des affleurements de ces mêmes systèmes (voyez *antè*, vol. V, p. 219 et suivantes, vol. VII, p. 518 et suivantes).

La carte géognostique du pied nord du Harz, de Langelsheim à Blankenburg, que le même géologue a publiée peu après (2), semble avoir été tracée avec beaucoup de soin. On y voit deux bandes principales de trias : l'une au sud, bordant immédiatement le pied du Harz ; l'autre au nord, parallèle à la première et passant derrière Osterwick. De part et d'autre de ces bandes, les marnes irisées affleurent d'abord ; puis viennent successivement des bandes plus ou moins étroites, continues ou non, de muschelkalk et de grès bigarré supérieur et inférieur, ce dernier s'appuyant sur le zechstein, et plus fréquemment sur les terrains anciens du Harz.

En décrivant les chaînons de collines situés entre Immenrode et Hildesheim, M. Unger (3) avait déjà fait remarquer que le grès des

(1) *Ueber die Zusammensetzung und Lagerung der Kreideformation*, etc. (*Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 313, pl. 4, carte géogn. des environs de Halberstadt, de Quedlinburg, de Ballenstedt et de Blankenburg, 1849 —*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 620. — Voy. aussi : *antè*, vol. V, p. 219).

(2) *Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 567, pl. 15, 1853.

(3) *Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen.*, vol. XVII, p. 197, avec coupes. — *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 497.

marnes irisées avait été confondu avec le quadersandstein crétacé, et, de son côté, M. B. Cotta (1) a signalé le plissement des environs d'Assce qui a occasionné un relèvement, puis une crevasse dans toute sa longueur. Le grès bigarré a été ainsi amené au jour, bordé de chaque côté par des escarpements de muschelkalk auxquels succèdent les marnes irisées, le lias, les argiles de Hils, etc. L'inclinaison est d'ailleurs assez faible, et les systèmes de couches peu développés ne donnent lieu qu'à des bandes fort étroites.

La partie supérieure des marnes irisées, sur les pentes nord-est du Harz et aux environs de Magdebourg, est composée, à partir des argiles charbonneuses, de marnes panachées avec gypse et dolomies, moins puissantes que dans la Thuringe et le sud-ouest de l'Allemagne, et recouvertes de grès qui ont été rapportés tantôt au groupe wealdien, tantôt au lias inférieur, et enfin au grès micacé, le plus élevé du trias. M. de Strombeck lui-même avait d'abord réuni ces grès au lias, parce qu'ils l'accompagnent plus constamment que les marnes irisées; mais depuis, ce savant (2) les a définitivement associés à ces dernières. Les marnes panachées, placées dessous, comprennent des marnes, des argiles, du gypse et des dolomies, ces dernières s'élevant plus haut que les roches de chaux sulfatée. On y remarque aussi des bancs calcaires, et les roches qui avoisinent les grès sont des marnes grises, renfermant des rognons de silex, semblables à ceux de la craie, de $0^m,05$ à $0^m,32$ de diamètre, et quelquefois tellement rapprochés, qu'ils constituent toute l'assise. Il n'y a point de fossiles dans cette série ni dans les dolomies sous-jacentes, et la *Trigonia Goldfussi*, si constante à ce niveau dans la Thuringe et la Franconie, manque ici comme dans le nord de l'Allemagne.

La coupe d'Helmstedt, que donne plus loin l'auteur, présente de haut en bas :

1. Dépôts quaternaires.
2. Couches de lignites.
3. Lias avec *Gryphæa arcuata* et *Ammonites Bucklandi* (3ᵉ étage).
4. Lias inférieur, avec *Cardinia* (4ᵉ étage).
5. Grès supérieur des marnes irisées.

(1) *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 447.
(2) *Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IV, p. 54, 1851-52. — Voy. aussi, pour divers renseignements bibliographiques: *anté*, vol. VII, p. 494.

6. Marnes grises et jaunes, avec rognons de silex.
7. Marnes panachées.
8. Muschelkalk. Les argiles charbonneuses (*Lettenkohle*) paraissent manquer ici.

Sur la carte d'Hoffmann à laquelle renvoie M. de Strombeck pour la distribution du grès supérieur, celui-ci a été pris pour un grès wealdien, mais, à cet égard, la carte de M. Papen serait plus exacte.

Entre la région nord-est du Harz et Magdebourg depuis Langelsheim jusqu'à Oebisfeld, existait un golfe ouvert au N.-O., occupé par les marnes irisées. Il en avait été de même pendant les périodes antérieures du muschelkalk et du grès bigarré. Le fond de ce golfe, dit l'auteur, s'est graduellement élevé jusqu'à la fin de la période crétacée, où il a été émergé de telle sorte que le soulèvement avait lieu de Halle vers Brunswick, sans pour cela que, vers l'ouest, la communication avec la pleine mer fût interrompue. Le grès bigarré a cessé de se déposer vers l'est, tandis que les marnes irisées ont continué à s'étendre à l'ouest, recouvertes en dernier lieu par un dépôt de lignite. Cette disposition explique aussi pourquoi le lias inférieur cesse également de se montrer dans la partie orientale du bassin, et elle rend compte de l'arrangement successif des autres systèmes de couches jusqu'à la craie supérieure inclusivement.

Ce n'est qu'après cette dernière et avant les lignites dont on vient de parler qu'eut lieu le soulèvement brusque, fort étendu, auquel sont dues les chaînes de collines situées entre le bord du Harz et Magdebourg. Toute la région haercynienne a éprouvé alors un bombement général, et l'on ne voit pas pourquoi, dit M. de Strombeck, le Thuringerwald n'aurait pas été soulevé en même temps, comme le prouve le lias des environs d'Eisnach. Il serait hasardé, continue-t-il, de supposer, avec quelques géologues, que ce soulèvement a eu lieu entre le dépôt des marnes irisées et celui du lias. Il résulte d'une pression latérale dont les effets s'observent aussi dans l'ancien golfe, et non d'un soulèvement direct par une force agissant de bas en haut.

Le mode de formation présumé rendrait compte des caractères du lias, sablonneux et non calcaire, qui se lie intimement aux marnes irisées supérieures, et même plus que celles-ci ne se rattachent à la base du groupe dont elles font partie. Néanmoins, l'auteur admet le parallélisme et la liaison de ces dernières assises avec le *grès blanc* (*Stuben Sand* du Wurtemberg) ainsi qu'avec le *grès*

*jaune* qui est au-dessus. Mais on a vu que ce dernier devait être réuni au quatrième étage du lias à cause de la couche à ossements qui en fait partie, laquelle manque, à ce qu'il semble, au nord du Harz. Le grès de Bamberg devrait être aussi, dans l'opinion de l'auteur, rapporté au trias et non au lias, comme on l'a fait. On a déjà dit quelles avaient été (*antè*, vol. VII, p. 527) les diverses opinions émises sur l'assise de grès jaune du nord de l'Allemagne, associée tantôt au lias, tantôt au trias; en traitant ci-après du grès bigarré de ce pays, nous aurons occasion de revenir sur l'existence du sel gemme récemment constatée dans le premier groupe.

### § 2. — Groupe du muschelkalk.

Le muschelkalk, disait de Buch (1), est un dépôt essentiellement allemand et qui occupe plus d'un dixième de la surface de toute l'Allemagne. Si l'on jette en effet les yeux sur une carte géologique de ce pays, on voit que, depuis les bords du Rhin, près de Laufenburg, jusqu'à ceux de la Verra au pied sud-ouest du Thuringewald, on peut marcher constamment sans quitter ses couches, et qu'au delà, dans toute la Thuringe, puis à l'ouest dans la Hesse, la principauté de Waldeck, le Hanovre et, au nord du Harz dans le duché de Brunswick, des étendues de pays très considérables lui appartiennent encore.

Duché de Saxe-Meiningen.

Sur une carte géologique et politique de l'Allemagne publiée en 1823 par F. L. Güfserfeld (2), un grand triangle de muschelkalk entouré de grès bigarré était déjà indiqué sur le versant nord du plateau qui sépare les bassins du Main et de la Verra à l'ouest d'Hildburghausen. Cette surface est traversée par le cours de cette dernière jusqu'au delà de Meiningen. A l'ouest, d'autres lambeaux moins étendus entourent en partie les masses basaltiques du Rhön-Gebirge et sont traversés eux-mêmes par des îlots de roches ignées. Le tout est circonscrit par le grès bigarré. Cette disposition générale, un peu modifiée dans ses détails, a été reproduite sur les cartes géologiques exécutées depuis.

---

(1) *Ueber Ceratiten*, in-4°, 7 pl. Berlin, 1849 (Académie de Berlin, 20 janv. 1848).
(2) *Geognostischer Atlas*, feuille XI. Weimar, 1823.

Le plateau des environs de Meiningen, dit M. Emmrich (1), est formé par le muschelkalk. Les cimes du Geba et du Dolmar sont de basalte, entourées et flanquées par les calcaires de ce groupe et par des houilles ou charbons argileux. A l'ouest de la Verra, ces combustibles sont surmontés d'argile plastique avec du lignite et des coquilles lacustres (Paludines et Mélanies). La partie inférieure du muschelkalk n'a que 6 à 9 mètres d'épaisseur ; c'est un calcaire très constant, subordonné à des marnes rouges comme l'assise dolomitique de la Souabe. Des marnes jaunes, celluleuses vers le haut, séparent l'argile rouge du calcaire. La roche principale du groupe est un calcaire gris brunâtre, celluleux, spathique, avec du sulfate de magnésie et des fossiles en mauvais état. Des schistes peu épais le séparent d'un calcaire sablonneux avec des Trigonies et des Modioles vers le haut. La *Melania Schlotheimi* le caractérise avec les *Trigonia vulgaris* et *orbicularis*, des *Myacites*, une Modiole, nov. sp., le *Mytilus eduliformis* et le *Monotis Alberti*. Les marnes inférieures se distinguent par des druses de carbonate de chaux, et l'on n'y rencontre point de gypse.

Le seconde partie calcaire des pentes des collines offre des caractères pétrographiques uniformes. C'est un calcaire tuberculeux, schistoïde, ondulé, fossilifère, en bancs séparés les uns des autres à divers niveaux par un grès gris cendré. Vers le bas, est un banc caractérisé par le *Pentacrinites dubius*. Au pied de la terrasse supérieure, un autre banc est caractérisé par des Térébratules, et le plateau est formé par un calcaire spongieux ou écumeux constituant les derniers bancs à Encrines. Le calcaire ondulé de ce pays, ou étage inférieur du muschelkalk, est divisé en deux parties séparées par un lit avec des Térébratules. La coupe théorique suivante où les assises sont replacées dans leur ordre naturel, de haut en bas, donnera une idée plus complète de l'ensemble de la série inférieure du groupe.

1. Roches dolomitiques des plateaux, avec des fossiles des assises sous-jacentes.
2. Banc de dolomie.
3. Calcaire écumeux ou spongieux (Schaumkalk) ou calcaire principal à Encrines, couronnant presque partout les montagnes. La roche gris clair, blanchâtre, ou rouge brique, est poreuse, et les

(1) *Der Muschelkalk bei Meiningen* (*Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 27, 1850). — Voy. aussi la section II de la carte géognostique de la Thuringe, par M. B. Cotta, 1847.

cavités sont tellement nombreuses et rapprochées, que la pierre a l'aspect d'un tissu spongieux ou mieux écumeux (*Schaumig*). On y trouve quelquefois beaucoup de grains oolithiques, ce qui n'empêche pas qu'elle ne soit fort tenace. Les fossiles nombreux sont tantôt pourvus de leur test, tantôt à l'état de moules (*Pecten discites*, *P. inæquistriatus*, *Gervillia socialis*, *Trigonia ovata* (*trigona*), *T. vulgaris*, *T. curvirostris*, *Nucula Goldfussi*, *Trochus Albertinus*, *Naticella*, nov. sp., *Dentalium torquatum* et d'autres acéphales et gastéropodes indéterminés).

4. Calcaire ondulé supérieur, avec des concrétions serpuliformes vers le haut et un calcaire gris cendré, avec *Gervillia socialis*, deux *Lima*, *Trigonia vulgaris*, *Melania Schlotheimi*, des Nucules, des Dentales, des Myacites, des Corbules, etc. L'une des couches les plus élevées est recouverte de *Nucula gregaria*, Gold. et de *N. elliptica*, id., qui se représentent à d'autres niveaux.
5. Calcaire inférieur à Térébratules ou calcaire à crinoïdes, gris, taché de jaune, présentant çà et là des fragments d'*Encrinites liliiformis* avec la *Terebratula vulgaris*.
6. Calcaire ondulé inférieur, pauvre en fossiles, à l'exception de quelques bancs, avec *Turbo gregarius*, *Dentalium torquatum*, *Gervillia socialis*, *G. costata*, *Lima lunata*, *L. striata* et des ossements de sauriens dans une localité. Les bancs les plus élevés de cette assise sont remplis de *Gervillia*, de *Mytilus eduliformis*, de *Trigonia*, de *Pecten lævigatus* et *reticulatus*, etc.
7. Calcaires inférieurs à Encrines, gris, tacheté de jaune à l'intérieur (*Pentacrinus dubius*, *Dentalium*, *Melania Schlotheimi*, *Buccinum gregarium* (*Turbo gregarius*), *Lima lunata*, *L. striata*, *Trigonia curvirostris*, *Nucula*, *Pecten discites*, et rarement la *Terebratula vulgaris*).

M. Emmrich signale ensuite diverses localités où chacune des divisions est le mieux caractérisée. Près de Uttendorf, au pied du Geba et du Hahnberg, se montrent un calcaire fossilifère gris clair renfermant des silex hornstein gris foncé, un calcaire spathique gris clair à l'intérieur, jaune à la surface, avec des Encrines et d'autres fossiles (*Terebratula vulgaris*, très grande, *Pecten lævigatus*, *P. discites*, *Gervillia striata*, *Monotis Alberti*, *Ostrea Schubleri*, ces deux derniers très caractéristiques, *Encrinites liliiformis*, *Cidaris grandævus*) et recouvert au Hahnberg par un calcaire oolithique. Au pied du Geba et du Dolmar se voit aussi le calcaire supérieur à Térébratules, avec *T. vulgaris*, *Ammonites nodosus*, *A. semipartitus*, *Nautilus bidorsatus*, *Gervillia socialis*, très grande. Non loin de Rähnild, ce calcaire renferme des débris de

sauriens et de poissons (*Gyrolepis*, *Acrodus*). On sait qu'un lit composé de semblables débris de vertébrés se trouve partout accompagnant l'étage des argiles charbonneuses qui succède aux couches à Ammonites.

En comparant cette série du second groupe avec ce que nous verrons plus au nord, l'auteur trouve qu'elle s'accorde avec celles de la Thuringe et du Brunswick. Le calcaire à Ammonites les termine l'une et l'autre vers le haut. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce parallélisme qu'il serait prématuré d'examiner ici. L'étage de l'anhydrite manquerait complétement dans cette région, tandis que nous le retrouverons au nord du Thuringerwald, aux environs d'Arnstadt, comme nous l'avons vu au sud dans le Wurtemberg, etc. Aussi, M. Emmrich éprouve-t-il quelque difficulté à établir un synchronisme de détail complet entre le muschelkalk des environs de Meiningen et celui de la Souabe.

Si nous passons maintenant au nord de la ride montagneuse du Thuringerwald, nous remarquerons que sur la carte géologique de la Saxe due à MM. Naumann et Cotta, le muschelhalk forme, dans sa partie nord-ouest, une bande sinueuse, à bords très découpés, dirigée N., S. depuis Schraplau sur le parallèle de Halle, en passant par Freyburg, Camburg, Iéna, jusqu'aux environs de Kahla et d'Orlamünde dans la vallée de la Saale. Sur les feuilles de la carte géologique de la Thuringe, ce même groupe, tracé par M. B. Cotta, forme des bandes très sinueuses aussi, à bords découpés, entourant les surfaces qu'occupent les marnes irisées et circonscrites ou bordées par le grès bigarré. Dans l'impossibilité où nous sommes de les décrire géographiquement, nous indiquerons sommairement quelques caractères généraux de ces bandes, avant de passer aux descriptions particulières qui ont été données de certaines localités. D'après les légendes placées sur les marges de ces feuilles, la composition du groupe serait assez uniforme dans toute la Thuringe. Il comprend vers le haut un calcaire gris et des dolomies ou des argiles schisteuses. On y trouve, subordonnés vers la partie moyenne, du gypse et du sel gemme, et la base est occupée par le calcaire ondulé ou *Wellenkalk*. Saxe, Weimar et Thuringe.

Dans un travail dont nous avons eu déjà occasion de parler (*antè*, p. 486), M. B. Geinitz a décrit le muschelkalk des bords de l'Ilm, particulièrement sur sa rive droite entre Wickerstedt et Neundorf, sur les limites de la Saxe et de la Thuringe. Au Schösserberg, près de Mattstedt, les couches sont horizontales et la plus élevée est

un calcaire à *Terebratula vulgaris.* L'auteur donne de cette localité une coupe que nous interpréterons comme il suit, et dont la hauteur totale est de 44 pieds. La manière dont cette coupe est construite nous laisse d'ailleurs plusieurs incertitudes.

| | |
|---|---|
| Couches à Ammonites (24 pieds). | Calcaire marneux en plaques minces, limite supérieure du muschelkalk, et succédant aux argiles charbonneuses.<br>— *Ammonites undatus*, Rein., *A. cinctus*, Gold., *Nautilus bidorsatus*, Schloth., partout.<br>Deuxième calcaire en plaques ; reptile de Lunéville ; fossiles rares.<br>— *Ammonites undatus*, *Nautilus bidorsatus*.<br>Premier calcaire en plaques ; fossiles rares.<br>— *Ammonites undatus*, *Nautilus bidorsatus*, nombreux. |
| Couches vertes. | Reptile de Lunéville, *Gyrolepis*, *Acrodus*, *Hybodus*, *Psammodus*, *Pecten*, *Terebratula*.<br>— *Ammonites undatus*, *Rostellaria scalata*, *Mya musculoides*.<br>— *Trigonia vulgaris*, *T. pes-anseris*, *Avicula socialis*, *Plagiostoma striatum*.<br>— *Plagiostoma lineatum*, *Pecten discites*, *P. lævigatus*, *P. Albertii*, *Terebratula vulgaris*.<br>Argile. |
| Gros bancs. | Calcaire en lits minces à grain fin, et argile alternante.<br>— *Gyrolepis*, *Acrodus*, *Psammodus*, *Trigonia vulgaris*, *Avicula socialis*.<br>— *Pecten discites*, *Trigonia vulgaris*, *Plagiostoma striatum*.<br>Argile bleue. |
| Les trois bancs inférieurs. | Calcaires en dalles des trois bancs inférieurs.<br>Argiles.<br>— Trigonies, *Ammonites undatus*.<br>Reptile de Luneville, *Placodus gigas*, *Gyrolepis tenuistriatus*, *Acrodus Gaillardoti*, *Psammodus angustissimus*, *Turritella obsoleta*.<br>— *Trigonia pes-anseris*, *Pecten discites*, *Avicula socialis*, *Plagiostoma striatum*, *Terebratula vulgaris*.<br>Argile.<br>Couche remplie de *Terebratula vulgaris*, etc. |

Comme terme de comparaison avec cette composition du muschelkalk des bords de l'Ilm, M. Geinitz reproduit la coupe théorique modifiée du muschelkalk des environs d'Iéna au sud, dans la vallée de la Saale, qu'avait donnée M. Zenker (1), et que nous reproduirons à notre tour dans le même but.

1. Terre végétale, lehm, cailloux roulés avec *Monotis Alberti*, *Terebratula vulgaris*.
2. Calcaires à Ammonites, *Nautilus bidorsatus*, *Ammonites undatus*, *Delthyris flabelliformis*.
3. — *Calyptræa discoides*, écailles de poissons, os de sauriens.
4. Calcaires à Limes ; *Lima striata*, *L. costata*, *Ostrea spondyloides*, *Hybodus plicatilis*.
5. — *Ostrea multicostata*, *Myophoria pes-anseris*, *M. cardissoides*, *M. curvirostris*.
6. Calcaire à Avicules, *Avicula socialis*, *A. Bronnii*, *Buccinum*

(1) *Taschenbuch von Iena*, 1836, Supplément.

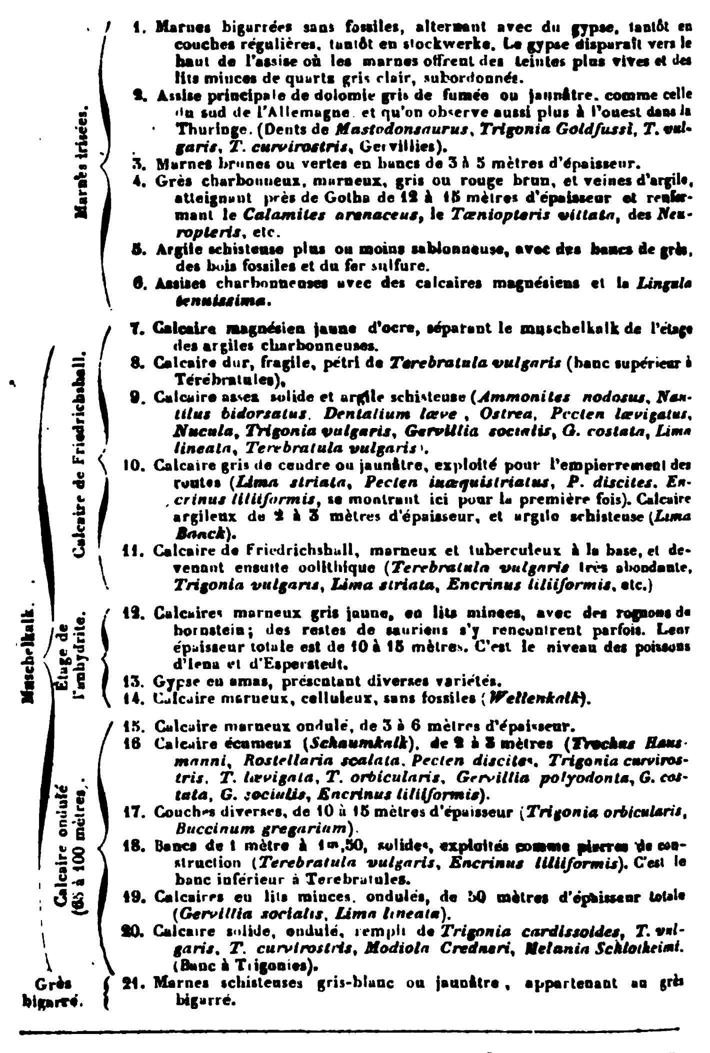
*turbilinum*, *Pecten reticulatus*, *P. vestitus*, *Mya mactroides*, *M. elongata*, *M. ventricosa*, *M. musculoides*.

7. — *Dentalium læve*, écailles de poissons et débris de sauriens.
8. Dolomie à sauriens. Côtes, extrémités d'os, dents et écailles de reptiles et de poissons, *Venus nuda*.
9. (Couche indéterminée).
10. — Couche à stylolithes, *Venus*, *Rostellaria*, *Myophoria*, *Avicula*. Couches à Encrines, *Dentalium*, *Pecten*, *stylolithes*. Calcaire oolithique, *Natica oolitica*.
11. — *Pentacrinites dubius*, *Encrinus liliiformis*.
12. — *Venus nuda*, *Dentalium tonosum* (*torquatum?*), *Myophoria vulgaris*.
13. — Brèche calcaire.
14. — *Encrinus liliiformis*, *Pecten discites*.
15. Brèche calcaire, *Venus tumida*, *Myophoria vulgaris*.
16. Calcaire à Térébratules — *Terebratula vulgaris*, *Pentacrinites dubius*, *Encrinus liliiformis*. *Mytilus veteratus*, *Spondylus comtus*, *Pecten Credneri*. *Planorbis vetustus*, *Helicites arietinus*, *Lima striata*, *L. lineata*.
17. — *Trochus Albertinus*, *Placodus gigas*, *Psammodus angustissimus*. *Lima lineata*, *L. suborbicularis*, *Ostrea placunoides*.
18. Calcaire moyen à Térébratules. . . . . . *Terebratula vulgaris*, *Myophoria vulgaris*, et la plupart des espèces qui se trouvent dans le calcaire supérieur.
19. (Couche sans désignation).
20. Calcaire inférieur à Térébratules, *Terebratula vulgaris*, etc., comme dans le calcaire supérieur.
21. Couche à Buccins; *Buccinum gregarium*, *Venus nuda*, *Rostellaria*.
22. Couches à Pentacrines; *Pentacrinus dubius*.
23. — *Buccinum helicinum*, Zenk.
24. Dolomie à Lingules; *Bulimus granum*, *Bulimus turbo*, *Lingula calcaria*, *L. transversa*.
25. Assises des marnes bigarrées; quartzites bigarrés.

M. Geinitz s'attache ensuite à montrer les rapports de ces deux séries entre elles et avec le muschelkalk de Rudersdorf à l'est de Berlin. Les calcaires à *Terebratula vulgaris* relient particulièrement ces diverses séries, puis l'auteur donne des considérations particulières sur les fossiles de Mattstedt dont nous avons cité la plupart dans les divers bancs de la coupe ci-dessus.

On a déjà vu (p. 487) quelle était la composition du muschelkalk

de la Thuringe d'après M. Credner; nous y reviendrons ici avec plus de détails en décrivant avec le même géologue (1) le profil de Kösen à Sulza dans la vallée de l'Ilm. C'est, d'ailleurs, une coupe théorique complète du trias des régions voisines, car, entre ces deux points, la carte géologique de la Saxe n'indique que le muschelkalk.



**Marnes irisées.**

1. Marnes bigarrées sans fossiles, alternant avec du gypse, tantôt en couches régulières, tantôt en stockwerke. Le gypse disparaît vers le haut de l'assise où les marnes offrent des teintes plus vives et des lits minces de quartz gris clair, subordonnés.
2. Assise principale de dolomie gris de fumée ou jaunâtre, comme celle du sud de l'Allemagne, et qu'on observe aussi plus à l'ouest dans la Thuringe. (Dents de *Mastodonsaurus*, *Trigonia Goldfussi*, *T. vulgaris*, *T. curvirostris*, Gervillies).
3. Marnes brunes ou vertes en bancs de 3 à 5 mètres d'épaisseur.
4. Grès charbonneux, marneux, gris ou rouge brun, et veines d'argile, atteignant près de Gotha de 12 à 15 mètres d'épaisseur et renfermant le *Calamites arenaceus*, le *Tæniopteris vittata*, des *Neuropteris*, etc.
5. Argile schisteuse plus ou moins sablonneuse, avec des bancs de grès, des bois fossiles et du fer sulfure.
6. Assises charbonneuses avec des calcaires magnésiens et la *Lingula tenuissima*.

**Muschelkalk.**

**Calcaire de Friedrichshall.**

7. Calcaire magnésien jaune d'ocre, séparant le muschelkalk de l'étage des argiles charbonneuses.
8. Calcaire dur, fragile, pétri de *Terebratula vulgaris* (banc supérieur à Térébratules).
9. Calcaire assez solide et argile schisteuse (*Ammonites nodosus*, *Nautilus bidorsatus*, *Dentalium læve*, *Ostrea*, *Pecten lævigatus*, *Nucula*, *Trigonia vulgaris*, *Gervillia socialis*, *G. costata*, *Lima lineata*, *Terebratula vulgaris*).
10. Calcaire gris de cendre ou jaunâtre, exploité pour l'empierrement des routes (*Lima striata*, *Pecten inæquistriatus*, *P. discites*, *Encrinus liliiformis*, se montrant ici pour la première fois). Calcaire argileux de 2 à 3 mètres d'épaisseur, et argile schisteuse (*Lima Baeck*).
11. Calcaire de Friedrichshall, marneux et tuberculeux à la base, et devenant ensuite oolithique (*Terebratula vulgaris* très abondante, *Trigonia vulgaris*, *Lima striata*, *Encrinus liliiformis*, etc.)

**Étage de l'anhydrite.**

12. Calcaires marneux gris jaune, en lits minces, avec des rognons de hornstein; des restes de sauriens s'y rencontrent parfois. Leur épaisseur totale est de 10 à 15 mètres. C'est le niveau des poissons d'Iena et d'Esperstedt.
13. Gypse en amas, présentant diverses variétés.
14. Calcaire marneux, celluleux, sans fossiles (*Wellenkalk*).

**Calcaire ondulé (65 à 100 mètres).**

15. Calcaire marneux ondulé, de 3 à 6 mètres d'épaisseur.
16. Calcaire écumeux (*Schaumkalk*), de 2 à 3 mètres (*Trochus Hausmanni*, *Rostellaria scalata*, *Pecten discites*, *Trigonia curvirostris*, *T. lævigata*, *T. orbicularis*, *Gervillia polyodonta*, *G. costata*, *G. socialis*, *Encrinus liliiformis*).
17. Couches diverses, de 10 à 15 mètres d'épaisseur (*Trigonia orbicularis*, *Buccinum gregarium*).
18. Bancs de 1 mètre à 1m,50, solides, exploités comme pierres de construction (*Terebratula vulgaris*, *Encrinus liliiformis*). C'est le banc inférieur à Terebratules.
19. Calcaires en lits minces, ondulés, de 50 mètres d'épaisseur totale (*Gervillia socialis*, *Lima lineata*).
20. Calcaire solide, ondulé, rempli de *Trigonia cardissoides*, *T. vulgaris*, *T. curvirostris*, *Modiola Credneri*, *Melania Schlotheimi*. (Banc à Trigonies).

**Grès bigarré.**

21. Marnes schisteuses gris-blanc ou jaunâtre, appartenant au grès bigarré.

(1) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 365, pl. 16, 1851. — Voy. aussi : B. Cotta, Sur le muschelkalk de la

Le sel gemme a été rencontré dans des forages exécutés près de Buffleben, de Stotternheim et d'Arnstadt, au-dessous du calcaire de Friedrichshall et au-dessus des marnes calcaires à anhydrite où se rencontre aussi le gypse près de Gotha et d'Unter-Sulza, dans la vallée de la Saale. Dans la Thuringe, les Myacites s'observent à trois niveaux différents, dans le calcaire ondulé le plus inférieur, dans le calcaire inférieur de Friedrichshall et dans le calcaire marneux, magnésien et charbonneux. Autour d'Eisnach et de Gotha, le lias calcaire avec Gryphées arquées, ou le lias argileux avec *Belemnites paxillosus*, ou enfin, le lias schisteux avec *Monotis*, repose sur un grès ferrugineux qui en constitue le quatrième étage, et qui, en l'absence du grès supérieur des marnes irisées du sud de l'Allemagne, recouvre l'assise n° 1 de la coupe précédente.

M. Credner compare ensuite cette même coupe avec celles d'autres parties de la vallée de la Saale, de quelques localités de la Thuringe et même des environs de Cassel, à l'ouest, et de Rudersdorf près de Berlin au nord-est. Mais nous aurons occasion de revenir sur ces comparaisons lorsque nous aurons étudié ces divers pays.

Relativement aux coupes que nous avons déjà données de la même vallée à Madstedt d'après M. Geinitz, des environs de Weimar par M. Seebach, et des environs d'Iéna par Zenker, on pourra remarquer, en les comparant avec cette dernière, des différences dans les détails, qui peuvent provenir aussi bien de différences locales réelles que de la manière particulière dont chaque auteur a étudié, considéré et décrit les couches très variées du trias, et surtout du second groupe de ce pays. Nous nous sommes attaché à faire ressortir cette diversité de composition en mettant ces coupes sous les yeux du lecteur, mais nous ne pouvions aller au delà ; il aurait fallu faire personnellement une étude approfondie de ces mêmes points pour pouvoir juger de la valeur relative de ces séries de couches et du plus ou moins d'exactitude des faits.

M. D. Cotta (1), dans sa note sur la quatrième section de la carte

---

vallée de l'Ilm (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 47). — Schmidt, Fossiles du muschelkalk d'Iéna, *ibid.*

(1) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 43. — Voy. aussi : Credner, Coupe du Thuringerwald entre Schmalkalden et Friedrichrode (*Neu. Jahrb.*, 1842. — *Annales des sciences géologiques*, vol. I, pl. 1, 1842. — *Mém. sur le grès bigarré, le muschelkalk, le keuper, les mines de sel et de gypse au nord d'Eisnach* (*L'Écho du monde savant*, 8 janvier 1843). — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, 1842).

de la Thuringe, a signalé, à la partie supérieure du muschelkalk d'Eisnach, une couche perforée par des coquilles lithophages, qui a dû former longtemps en cet endroit le fond de la mer à une faible profondeur ou non loin de la côte.

Les principales altitudes du muschelkalk de la Thuringe que nous trouvons sur la carte de ce savant sont, 211 mètres à Weimar, 357$^{m}$,31, 363$^{m}$,80 et 367 mètres au sud, au sud-est et au sud-ouest de cette ville; 467$^{m}$,75 au nord-ouest. Au nord de Gotha, le second groupe se maintient à 344$^{m}$,32 et 422 mètres. Il est à 445 au nord d'Eisnach, à 422 entre cette ville et Mülhausen, et tout le grand massif qui circonscrit les marnes irisées de cette région paraît être moins élevé au nord, le long du grès bigarré où il ne dépasserait pas 315 et 321 mètres.

Environs de Halle. A partir de Naumbourg, la zone du muschelkalk remonte au nord-ouest jusqu'à Schraplau, et la Saale coule à travers le grès bigarré et des formations plus récentes jusqu'à Halle. A l'ouest de cette ville, le second groupe reparaît et forme quatre lambeaux alignés au N.-O., entourés par le grès bigarré qui est circonscrit lui-même au N., à l'E. et au S. par les roches continues du zecshstein et du *rothe todte Liegende*, disposées suivant deux axes. L'un de ceux-ci, au nord, avec les porphyres situés à l'est sépare complétement ce golfe triasique de celui de la Saale inférieure placé au delà, et l'autre, au sud d'Eisleben, ne formait qu'un cap avancé au S.-E., permettant ainsi une libre communication des eaux du golfe avec la mer triasique de la Thuringe (1). Les dépôts du muschelkalk qu'on observe dans cet espace resserré étaient donc dans des conditions assez différentes de celles sous l'empire desquelles se formaient les sédiments du bassin ouvert de l'Ilm, et l'on peut supposer que c'est à cette circonstance qu'est dû le développement particulier de la faune qu'a fait connaître M. C. Giebel (2) dans le muschelkalk de Lieskau, à peu de distance à l'ouest de Halle.

Ces fossiles proviennent de l'assise que nous avons vue souvent

---

(1) Carte géologique des environs de Halle et d'Eisleben (*Geologischer Atlas*, de Leonhard. Stuttgart, 1844).

(2) *Die Versteinerungen im Muschelkalk von Lieskau* (*Abhandl. d. naturwiss. Vereins für d. prov. Sachsen und Thüringen in Halle*, 1856, vol. I, p. 53-125. — Tirage à part, avec 7 pl. in-4°. Berlin, 1856. — *Zeitsch. für d. gesamm. naturwiss.* 1856, vol. VII, p. 217. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 362).

désignée sous le nom de calcaire écumeux (*Schaumkalk*) qui appartient à l'étage inférieur du groupe ou des *calcaires ondulés* dont elle forme la dernière couche. C'est ici un calcaire crayeux rempli de coquilles parmi lesquelles l'auteur signale 75 espèces, plus quelques crinoïdes et des baguettes de Cidaris. Il fait remarquer que, dans tout le reste de l'Allemagne, on ne connaissait jusque-là que 80 espèces de mollusques, dont la moitié même provenaient d'une seule localité. Sur les 75 espèces trouvées dans l'assise de Lieskau, 37 sont nouvelles et plusieurs de ces formes ont donné lieu à l'établissement de nouveaux genres, tels que les *Placunopsis*, les *Leproconcha*, les *Neoschizodus*, et les *Storthodon*.

La présence de Lucines (*L. Credneri* et *plebeia*, nov. sp.), de Tellines (*T. edentula*, nov. sp.), de Cyprines (*C. Escheri*), de trois espèces de Gastrochênes, d'un *Lithophagus* (*L. priscus*, nov. sp.), de *Placunopsis* (*P. plana*, *gracilis* et *obliqua*) et d'Anomies (*A. Andræi*, *beryx* et *alta*, nov. sp.), impriment à cette faune un caractère particulier qu'on ne retrouve nulle part au-dessous de la formation jurassique. Les *Storthodon*, avec les dents de la charnière opposées à angle droit, les *Leproconcha*, avec la fossette du bord cardinal, sont des types tout à fait remarquables. Parmi les espèces communes à d'autres localités, on peut mentionner le *Spondylus comtus*, Gold. (*Hinnites*, id., Gieb.).

L'absence complète de céphalopodes, de *Lima striata* et de *Pecten lævigatus*, s'accorde avec les caractères stratigraphiques pour indiquer que l'on est ici dans les couches inférieures du muschelkalk. Les Natices paraissent y être très répandues (*N. Gaillardoti*, Lefr., *N. cognata*, nov. sp., *N. gregaria*, Schaur., *N. turris*, nov. sp.), ainsi que les *Turbinella* (5 espèces), les *Neoschizodus curvirostris* et *lævigatus* (*Lyrodon*, id., Gold.). On y trouve de plus le *Pecten discites*, Schloth., le *Myacites elongatus*, id., le *Pecten inæquistriatus*, Gold. (*Monotis Albertii*), le *P. Albertii*, id., et des ostracées (6 espèces).

M. Giebel fait voir ensuite que cette faune, ainsi reléguée dans un petit golfe du nord de l'Allemagne, confirme la liaison déjà reconnue entre les couches de Saint-Cassian et les autres termes de la série triasique des Alpes. 8 espèces communes à l'étage de Saint-Cassian et à l'assise de Lieskau (*Encrinus liliiformis*, *Mytilus eduliformis*, *Nucula cuneata*, Gold., *Arca triasina*, Roem., *Myacites elongatus*, Schloth., *Terebratula vulgaris*, id., *Dentalium læve*, id., *Natica Gaillardoti*, Lefr.) se montrent également dans

les divers termes du trias de l'Allemagne. En outre, l'auteur met en regard 18 espèces de Lieskau et un même nombre de Saint-Cassian, qui seraient les représentants ou les équivalents les unes des autres.

Déjà, les rapports de la faune du muschelkalk du Vicentin avec celle de la Thuringe avaient été entrevus par M. de Schauroth, et le banc coquillier de Lieskau vient confirmer ces relations par la présence de 17 espèces identiques avec le muschelkalk du versant sud des Alpes. Le rapport est, quant à présent, moins prononcé avec la faune du versant nord (Hallstadt, Aussee, etc.), puisqu'on ne compte que 10 espèces communes.

Si l'on remarque que l'on compare ici des couches d'âges aussi différents que le muschelkalk inférieur avec un horizon qui correspondrait, suivant toute probabilité, à la partie supérieure des marnes irisées, on sera frappé de ces relations si contraires à l'idée trop généralement répandue de niveaux géologiques absolus et constants. On ne tient pas en général assez compte des mille circonstances physiques qui, alors comme aujourd'hui, ont modifié, suivant le temps et les lieux, les produits de la vie, indépendamment des lois générales qui les régissent et qui ont présidé à leur succession ou à leur remplacement dans la série des époques de la nature.

Hanovre. Dans toute la partie occidentale de la Thuringe, d'Eisnach à Heiligenstadt, le muschelkalk occupe une surface continue, très large, entourant le massif central des marnes irisées des environs de Mülhausen et circonscrit à son tour, au nord et à l'ouest, par le grès bigarré. Dans cette dernière direction, le groupe moyen du trias se prolonge dans le duché de Hesse-Cassel, puis dans le Hanovre au nord-ouest, par des lambeaux plus ou moins étendus qu'accompagne toujours le groupe inférieur.

En décrivant le Ohm-Gebirge près de Worbis, à l'est d'Heiligenstadt, M. J. G. Bornemann (1) a fait connaître la composition des étages moyen et inférieur du second groupe. On n'y observe point de calcaires à Ammonites ni les couches supérieures à Trochites (*Trochiten-kalk*), et, sauf quelques différences paléontologiques, il y a beaucoup de ressemblance avec ce que nous décrirons

(1) *Ueber die geogn. Verhältnisse des Ohm-Gebirgs bei Worbis*, avec carte et profils (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 17).

plus au nord dans le duché de Brunswick. En renversant l'ordre de bas en haut suivi par l'auteur, on a la série suivante :

1. Calcaire à Encrines formant la partie principale de l'étage moyen, mais peu développé ici. On ne le voit que sur le versant nord-est du Klein, près de Worbis. Les bancs épais sont séparés par des lits d'argile de quelques centimètres à 1 mètre d'épaisseur. Les calcaires sont compactes et plus ou moins fossilifères (*Lima striata*, *Terebratula vulgaris*, *Encrinus liliiformis*).
2. Bancs de calcaires solides bruns, peu épais, gris clair, assez uniformes dans toute la hauteur, sans lits d'argile ni de marne, interposés, formant la masse principale des montagnes environnantes sur une hauteur de 160 à 220 mètres, et se prolongeant au nord et à l'est. L'auteur y établit les sous-divisions suivantes :
   *a*. Pierre meulière.
   *b*. Couches à *Gervillia socialis*.
   *c*. Couches à Térébratules.
   *d*. Couches à *Turbo*.
   *e*. Calcaire noduleux.
   *f*. Couches sans fossiles.

   Ces diverses couches ne paraissent pas occuper constamment une place déterminée. Ainsi la plus basse, qui comprend des lits minces, est peu développée ; la couche *e*, plus épaisse, offre des surfaces inégales et des nodules qui semblent avoir pour origine des corps organisés dont l'auteur s'attache à rechercher la nature. Les couches *e* et *f* constituent la partie principale de la série, et les couches *d* et *b* sont composées de moules de *Turbo gregarius*, Münst., de *Dentalium læve*, Gold., avec des dents de *Nothosaurus Cuvierii*? Certains bancs sont presque exclusivement composés de *Terebratula vulgaris*, d'autres de *Gervillia socialis*, de *Trigonia vulgaris*, d'*Encrinus dubius*, Quenst.[1], et *liliiformis*, Lam. Quelques-uns sont criblés de tubulures qui paraissent dues à des annélides. Le calcaire poreux ou pierre meulière du sommet est peu solide et contient de nombreux fossiles (*Trigonia ovata*, Gold., *T. vulgaris*, Schloth., *T. cardissoides*, Quenst., *T. curvirostris*, Bronn, *Turritella scalata*, *Melania Schlotheimi*, Quenst., *Turbo gregarius*, Münst., *Gervillia socialis*, *Encrinus liliiformis* et *dubius*).

   Cette seconde division a de 100 à 125 mètres.
3. Calcaire inférieur à Encrines.
4. Calcaires ondulés, avec des Nucules à la partie supérieure.

Les dolomies sont signalées dans les parties inférieure et moyenne du nord-ouest de l'Allemagne. Tantôt, ce sont de vrais carbonates doubles de chaux et de magnésie, tantôt des calcaires plus ou moins magnésiens et ferrugineux, et, plus ordinairement, c'est une marne magnésienne. Des dolomies ferrugineuses se montrent surtout vers

le milieu de la série. Quelquefois la roche est cristalline et composée de petits rhomboèdres, ou bien encore elle est poreuse. La surface a un aspect nacré ; sa teinte est le gris jaunâtre ou jaune d'ocre, et elle renferme accidentellement des grains verts, des Encrines et du calcaire spathique pur. F. L. Haussmann a décrit le gisement de ces roches de la partie moyenne du groupe à Hainberg, non loin de Göttingen, où leur épaisseur est de 4 mètres, et il en a fait connaître les caractères minéralogiques et chimiques (1).

A partir de la rive gauche du Weser, on a déjà vu quelle était la distribution générale du trias dans l'axe du Teutoburgerwald. Les limites des marnes irisées et du muschelkalk, de même que leurs relations avec les couches crétacées inférieures de l'ancien golfe de Paderborn, sont indiquées avec beaucoup de soin sur la carte que M. Ferd. Roemer a jointe à sa monographie géognostique de la formation crétacée de la Westphalie (2). Nous avons aussi parlé (*antè*, p. 491) de la coupe stratigraphique de cette chaîne donnée par le même savant, et d'une autre qu'il a publiée plus tard, mais nous ne connaissons pas de détails plus circonstanciés.

Le muschelkalk longe le pied sud-ouest de la chaîne, depuis les environs de Warburg par Driburg, Horn, Bielefeld et Borgolzhausen, jusqu'à Hilter, non loin de la route de Münster à Osnabruck. Au nord de cette dernière ville, une bande étroite, flexueuse, dirigée N.-O., S.-E., est coupée deux fois par le cours de l'Haase, et deux autres lambeaux sont indiqués au sud du Weser, entre les petites rivières de l'Exter et de la Verre. Au sud de Pyrmont, le bassin de l'Emmer est en partie occupé par un îlot du second groupe entourant un affleurement du troisième, et, sur la rive gauche du Weser, le muschelkalk que coupe ce fleuve du S. au N., limite de ce côté, par une zone flexueuse, le massif des marnes irisées du Teutoburgerwald (3).

---

(1) *Göttingen Nachricht Jahrg.*, 1853, p. 177. — *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 178.

(2) *Die Kreidebildungen Eine geognost. Monographie*, in-8°. Bonn, 1854. — H. de Meyer, Couche de calcaire glauconieux dans le muschelkalk supérieur de Borlinghausen (*Journ. für prakt. Chem.*, d'Erdmann, vol. XXII, p. 406, 1841).

(3) *General Charte von dem Königr. Hanover*, etc., par C.-F. Weiland, feuille IX du *Geognostischer Atlas*, Weimar, 1822. — *Geognost. Uebersichts-Charte von Deutschland*, etc., par de Dechen, 1839. — Fickler, Carte des environs de Driburg (*Driburger*

A l'est, entre ce même cours d'eau et la Leine, M. Herm. Roemer (1), dans son explication des deux premières feuilles d'une carte géologique du royaume de Hanovre, comprenant les environs d'Hildesheim et de Nordheim où nous avons déjà mentionné les marnes irisées, a décrit la composition du muschelkalk. Les marnes dolomitiques avec les dolomies de la division moyenne, et le calcaire écumeux de l'inférieure, que nous trouverons plus à l'est dans le duché de Brunswick, manquent ici. Malgré l'étendue de l'assise à Trochites, le *Trochus Albertinus* et le *Rhyncholithes hirundo* n'ont été rencontrés qu'une seule fois. Dans le voisinage même d'Hildesheim les divisions supérieure et moyenne du muschelkalk s'accompagnent presque partout. Les couches le plus à découvert, les seules exploitées, sont celles du milieu de la série. Les assises de la partie supérieure sont développées surtout dans les carrières de Steuerwald. Près de Sibbesse, on trouve, recouvrant le calcaire ondulé de la division inférieure, des calcaires en rognons, puis la division moyenne, de 25 mètres d'épaisseur, composée de *calcaire à Trochites* et d'un calcaire oolithique de 6 mètres, avec de nombreux débris de sauriens. Ces deux divisions règnent de part et d'autre de l'axe principal de soulèvement. Près d'Alfeld, et jusqu'au nord de Brüggen, la Leine traverse le muschelkalk. Au sud de la même ville, viennent affleurer les calcaires ondulés supérieurs, les *calcaires à Trochites*, remplis de *Trochus Albertinus*, et les calcaires oolithiques. Non loin d'Heckenbach, se montrent des stockwerkes de gypse. A Eldaysen un forage, pour atteindre les eaux salées, a été poussé à travers le muschelkalk jusqu'à 121$^m$,22 (2).

Après avoir tracé la distribution ou l'extension superficielle des diverses assises, M. Roemer fait remarquer qu'à l'origine le muschelkalk formait un grand plateau, découpé depuis dans plusieurs directions par les agents physiques extérieurs qui ont laissé çà et là des masses en forme de pyramides à trois ou à un plus grand nombre de côtés, imprimant ainsi un caractère tout particulier au paysage des environs de Rühle et de Golmbach. Le Weser, sur sa rive droite,

---

*Taschenb.*, 1816). — Brander et Kruger, Carte des environs de Pyrmont (*Pyrmonts Mineralquellen*, 1826).

(1) *Erläuterungen zu den ersten zwei Blättern einer geogn. Karte*, etc. (*Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 486, 1851).

(2) 415 pieds. Le pied de Hanovre = 0,2921.

paraît avoir aussi découpé ce plateau. Les marnes rouges et le grès bigarré sous-jacent ont ensuite offert peu de résistance à l'action des eaux et ils ont été profondément ravinés. Il en est résulté des cônes isolés couronnés par des lambeaux de muschelkalk. Dans le bassin d'Eimbeck, où existent les trois divisions du groupe, l'inférieure, celle des calcaires ondulés, est fort étendue. La puissance totale du muschelkalk atteint parfois 145 mètres, et ses roches fournissent de bons matériaux pour la fabrication des ciments hydrauliques, pour celle de la chaux et comme pierres de construction.

Région sub-hercynienne.

Au pied du versant nord du Harz, de Goslar à Blankenburg, le muschelkalk, comme on peut en juger par la carte si précise de M. Beyrich (1), forme des bandes excessivement étroites, comprises entre celles des marnes irisées et du grès bigarré, et alignées dans le même sens. Une première bande prenant à Riechenberg, à l'ouest de Goslar, traverse la partie nord de cette ville, aboutit à la rive gauche de l'Ocker, reprend un peu plus bas sur sa rive droite, au-dessus du village de ce nom, pour se terminer au sud-est de Neustadt sur la rive gauche de la Radau. Les couches crétacées venant ensuite au contact même du terrain de transition masquent momentanément tout le trias qui reparaît derrière Ilsenburg, village à l'ouest duquel un lambeau de muschelkalk se montre entre le grès bigarré et les marnes crétacées. Il en est de même à l'ouest de Wernigerode, et, à l'est de cette ville, une bande presque continue du second groupe s'étend jusque près de Blankenburg, séparée seulement des roches crétacées, entre Benzingerode et Michaëlstein par un affleurement excessivement étroit de marnes irisées. A Cattenstedt, à l'est de Blankenburg, le muschelkalk forme de nouveau une bande continue assez large se prolongeant à l'est, entre le grès bigarré et les marnes irisées, par Thale et Rieder, jusqu'au delà de Ballenstedt et vers la vallée de la Wipper, après laquelle le grès bigarré prend un grand développement.

Au nord de cette zone, qui borde immédiatement le pied du Harz, le trias présente encore d'autres affleurements, que nous étudierons en marchant de l'E. à l'O. L'axe anticlinal, qui passe par Quedlinburg, s'étend de Langenstein à l'ouest, à Badeborn à l'est. Cette ligne de soulèvement qui n'a fait affleurer, à l'ouest de Quedlinburg,

(1) *Bemerkungen zu einer geogn.-Karte des Nördlichen Harzrandes von Langelsheim bis Blankenburg* (*Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 567, pl. 15, 1851).

que le lias et les marnes irisées, flanquées de chaque côté par le quadersandstein crétacé, dans son prolongement vers l'E. a fait venir au jour le muschelkalk formant une ellipse très allongée au Seweckenberg. Le long de son grand axe, le gypse du grès bigarré supérieur affleure également en une bande étroite, et au delà de Badeborn le muschelkalk se montre encore. Le profil qui du Harz se dirige au N.-N.-O., en coupant obliquement cet ellipsoïde, montre très bien la flexion en bassin des groupes du trias entre ces deux points et leur relèvement de chaque côté de l'axe précité. Dans les deux autres profils, pris à l'ouest et dans son prolongement, la disposition théorique des mêmes couches est aussi fort bien exprimée (1).

Le gypse qui occupe l'axe de soulèvement du Seweckenberg dont nous venons de parler se divise, dans le sens de sa longueur, en deux bandes parallèles. Celle du nord est composée de gypse généralement grenu sans variété fibreuse, celle du sud de couches flexueuses et de nodules de gypse fibreux. Ces flexions laissent affleurer le muschelkalk. Les deux bandes sont séparées par une dépression longitudinale qu'a décrite M. Giebel et remplie par du lehm. Des amas de dolomie celluleuse semblable à celle du zechstein ont été rencontrés dans ce dernier dépôt, et constituent une brèche quaternaire formée de débris de couches gypseuses et calcaires. M. Beyrich est porté à placer le gypse précédent à la base du muschelkalk, et l'on ne remarque aucune relation nécessaire entre son origine et celle du soulèvement des chaînes de collines, comme le voulait Hoffmann. Il en serait de ces gisements comme de ceux du zechstein, du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées d'autres pays. Il fait partie des couches entre lesquelles il est compris et il en est contemporain. Ce gypse est, comme ces dernières, un produit sédimentaire et non le résultat d'actions postérieures ou de modifications de ces mêmes couches.

Sur le bord opposé du bassin, au nord d'Osterwick, comme au nord-ouest d'Halberstadt, le muschelkalk succède aux marnes

---

(1) Beyrich, *Ueber die Zusammensetzung und Lagerung*, etc., *Geognost.-Karte der Gegend zwischen Halberstadt, Quedlinburg, Ballenstedt und Blankenburg* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 310, pl. 4, 1849). La coupe qu'a donnée M. Frapolli entre le Harz et le Heuywald offre la même disposition générale (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, pl. 5, p. 727, 1847).

irisées et s'appuie sur le grès bigarré. Dans l'intervalle une ride médiane qui se termine à Wiedlah, au nord de Neustadt, en se continuant au N.-O. vers Weddig, laisse encore apparaître le muschelkalk entre le grès bigarré et les couches du *pläner* crétacé.

Duché de Brunswick.

En atteignant les dernières régions du nord de l'Allemagne où le muschelkalk a pris un grand développement, en étendue comme en profondeur, nous atteignons heureusement aussi un pays où ce groupe a été bien étudié, de sorte que nous aurons, dans le Brunswick et quelques provinces voisines, la contre-partie de ce que nous avons vu dans la Souabe. C'est surtout aux travaux de M. de Strombeck, conseiller supérieur des mines, que l'on est redevable d'une connaissance si complète de ce duché dont il avait présenté une fort belle carte géologique à l'Exposition universelle de 1855. Relativement au groupe qui nous occupe l'auteur ne s'est pas borné à l'examiner dans ce pays ; il a poursuivi ses recherches fort loin au delà pour mieux en apprécier les caractères et les rapports. Nous exposerons d'abord les principaux résultats de ses études, qui ont été insérés dans un mémoire général publié en 1849, et nous rappellerons ensuite les observations de détail qu'il a données depuis à plusieurs reprises.

Le muschelkalk du nord-ouest de l'Allemagne, dit M. de Strombeck (1), offre plusieurs divisions naturelles qui occupent chacune un horizon constant. Elles se distinguent aussi par leurs faunes particulières et par des caractères pétrographiques sur lesquels on n'a pas assez insisté jusqu'à présent. Malgré la grande quantité de débris organiques qu'on y trouve, le nombre des espèces est comparativement assez restreint, et leur état de conservation laisse beaucoup à désirer. L'épaisseur moyenne du groupe est de 130 à 160 mètres, et l'on peut y tracer des divisions comparables, quant à la valeur, à celles des formations jurassiques et crétacées ; seulement les faunes en sont infiniment moins variées.

Le second groupe triasique constitue un sol ondulé, dont les accidents sont dirigés comme le Harz du N.-O. au S.-E., et limité au sudouest par ce dernier massif comme au nord-est par celui de Magdebourg. Les couches les plus basses qui se montrent dans cette étendue sont celles du grès bigarré. Le muschelkalk quoique assez développé ne

(1) *Beiträg zur Kenntniss der Muschelkalkbildung im nordwestlichen Deutschland* (*Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 115, 1849).

s'y montre, comme on l'a déjà dit, que d'une manière peu suivie. Sur les pentes des chaînes de collines il est recouvert par les marnes irisées, puis par le lias, par la craie et par des formations plus récentes. Il est exploité pour divers usages dans un grand nombre de localités, et jusqu'en 1849 la présence du sel gemme n'y avait pas encore été constatée.

M. de Strombeck divise le muschelkalk en trois étages : *supérieur*, *moyen* et *inférieur*.

**Étage supérieur.**

La première division se lie vers le haut soit avec les argiles charbonneuses du premier groupe, soit, en leur absence, avec les marnes irisées proprement dites qui forment une zone particulière le long des rides du muschelkalk. Celui-ci est alors recouvert par des marnes bleues et vertes. Sa limite inférieure marquée par la présence des Encrines est moins nettement tranchée que celle du haut et n'est indiquée par aucun dépôt particulier. Les caractères des roches sont assez uniformes ; elles comprennent des calcaires compactes très solides, de teinte cendrée ou jaunâtre, à cassure conchoïde, entre les bancs desquels sont des lits d'argile de 0m,10 d'épaisseur. Ceux-ci se séparent du calcaire dont les surfaces parallèles sont couvertes de concrétions vermiculaires. Les bancs crevassés par places, deviennent bleuâtres, impurs, moins solides et plus argileux. Vers le haut et vers le bas de l'étage la roche varie un peu. Ainsi dans les couches les plus élevées le calcaire poreux est gris et solide (Abbenrode). La masse principale ou moyenne, plus argileuse, brune, ferrugineuse, offre des cellules tapissées d'ocre brun. Vers le bas le calcaire est très solide, compacte, à cassure grenue et gris-jaune ou brun-jaunâtre. On ne connaît pas de dolomies dans cet étage, et deux niveaux de gypse y sont encore assez vaguement déterminés. Son épaisseur varie de 30 à 50 mètres, et de nombreuses carrières fort étendues permettent de l'étudier dans toutes ses parties.

Les fossiles que signale M. de Strombeck (p. 122) sont principalement des mollusques distribués de telle sorte que chaque banc ne renferme pour ainsi dire que les débris d'une seule espèce. Vers son milieu le test des coquilles est remplacé par du calcaire spathique qui se lie à la roche enveloppante; ailleurs on ne trouve que des moules. Ces fossiles ne se montrent point dans les lits d'argile qui séparent les calcaires. Ceux que mentionne l'auteur sont assez nombreux ; mais, de même que pour les étages suivants, nous n'en reproduirons pas ici la liste, les plus importants d'entre eux se

trouvant cités dans le tableau général que nous donnerons ci-après, et qui résume tous les caractères du muschelkalk de ce pays (1).

Étage moyen. La séparation du premier et du second étage est marquée par les couches à *Pecten discites*, et par la présence de nombreuses articulations de crinoïdes. La base de celui-ci est caractérisée par des dolomies et des marnes magnésiennes. Les calcaires y sont plus variés qu'au-dessus, les argiles mieux limitées, très puissantes, et la succession des diverses couches, fort constante partout, est comme il suit :

1° *Calcaire à crinoïdes* proprement dit (*Trochiten-Kalk*), de 2 à 3 mètres d'épaisseur, sans argile subordonnée. Il se divise en lits de 0m,30 à 0m,60, qui, par l'abondance des débris d'Encrines, prennent une texture spathique. La roche est tendre, compacte, quelquefois celluleuse. Lorsque les articulations de crinoïdes sont peu répandues, il y a d'autres fossiles souvent changés en chaux carbonatée cristallisée.

2° *Calcaire oolithique*, en bancs de 0m,30 à 0m,45, d'une épaisseur totale de 2 à 6 mètres, sans lits d'argile intercalés, mais séparés de l'assise précédente par un banc argileux de 0m,45. Les calcaires sont jaunes ou blanchâtres, passant à une teinte gris-foncé. Les oolithes miliaires sont disséminées dans un calcaire gris, et, lorsqu'elles manquent, la roche plus dense, d'un gris de fumée, est à cassure esquilleuse.

3° *Alternances de bancs calcaires* de 0m,05 à 0m,16 et de lits d'argile de 0m,10. Les calcaires sont compactes, à cassure esquilleuse et conchoïde, gris-cendré ou jaune-clair.

4° *Marnes dolomitiques* jaune-clair et grès tendres, en lits de 0m,05 à 0m,32, sans fossiles. L'épaisseur totale de l'assise est de 40 mètres. Il n'y a ni gypse ni anhydrite aux environs de Brunswick.

L'épaisseur moyenne du second étage serait d'environ 45 à 50 mètres.

Étage inférieur. Le troisième étage, placé entre le précédent et le grès bigarré,

(1) En énumérant les espèces, l'auteur fait sur chacune d'elles de longues dissertations sur les inconvénients desquelles nous avons insisté en parlant de divers ouvrages de géologie paléontologique du Wurtemberg. Ces hors-d'œuvre embarrassent la description des faits géologiques, nuisent à leur clarté, et, en l'absence de figures à l'appui, sont d'une très faible utilité zoologique.

se lie vers le haut aux couches dolomitiques dont on vient de parler, mais sa base est nettement tranchée. Aux environs de Wolfenbüttel la première couche du grès bigarré est un grès quartzeux jaune et blanc, à grain très fin, recouvert par une marne argileuse panachée, puis vient au-dessous le grès bigarré proprement dit alternant avec des marnes (*Hornmergel*) et des oolithes.

La série des diverses couches est encore ici plus uniforme que dans la partie supérieure du groupe. Sur les sept huitièmes de sa hauteur on y rencontre les mêmes calcaires compactes, gris de fumée passant au bleuâtre, divisés en lits minces (*Wellenkalk*). Les plans de joints sont le plus ordinairement ondulés. On n'y remarque point d'argile pure intercalée. Vers le haut est une assise particulière de 10 à 12 mètres de puissance, de calcaire poreux ou celluleux (*Schaumkalk* ou calcaire écumeux), divisée en bancs de $0^m,08$ à $0^m,16$, jaune, blanc sale, gris foncé ou brun. La disparition du test des nombreuses coquilles a rendu par places la roche encore plus celluleuse. Non loin de Wolfenbüttel on y observe aussi des dolomies, quoique assez variables d'aspect et de composition dans cette partie ; il n'y a ni gypse ni célestine. L'épaisseur moyenne de l'étage est de 80 à 90 et quelquefois 100 mètres. Les calcaires écumeux et poreux de même que les calcaires ondulés sont exploités sur un grand nombre de points que signale M. de Strombeck.

Les fossiles sont accumulés dans quelques-unes des couches supérieures. Certains bancs placés au-dessus des calcaires écumeux sont presque entièrement formés de débris organiques. En général, les calcaires ondulés en renferment peu, surtout les bancs qui succèdent immédiatement au calcaire écumeux. Dans ce dernier, les fossiles accumulés par places sont souvent à l'état de moules ou d'empreintes, ou bien à l'état spathique.

Observations générales.

Passant ensuite aux rapports des étages du muschelkalk entre eux dans les environs de Brunswick et à leur comparaison avec ceux d'autres pays, M. de Strombeck fait remarquer que les collines qui courent parallèlement au Harz sont composées par les roches de ce groupe et par celles du grès bigarré, là surtout où les élévations sont un peu considérables. Le muschelkalk forme des voûtes dont les *retombées* ne se correspondent pas exactement, comme on peut le voir dans la partie sud-est du Dorms, au nord-ouest de l'Asse, au pied du Huy et entre Salzgitter et Lichtenberg. Une disposition analogue s'observe encore près de la montagne d'Oesel et sur d'autres points. Les localités es plus intéressantes à

étudier sous ce rapport sont les environs du four à plâtre de Gebhardshagen et la colline du moulin de Uherde, où l'on voit les trois étages superposés directement ainsi que les marnes irisées et le bigarré dans lequel sont ouvertes des carrières fort étendues.

En jetant un coup d'œil général sur l'ensemble du groupe, depuis Bâle au sud et en le suivant à travers l'Allemagne jusqu'aux vastes plaines basses de sa partie nord-ouest, l'auteur montre qu'on ne peut en séparer les dépôts du nord, non plus que ceux de l'est de la France, et que le tout a dû être formé sous les eaux de la mer, sans interruption notable, sujet sur lequel nous reviendrons tout à l'heure, mais il ne pense pas qu'il en soit de même des sédiments qu'on y a rapportés dans la haute Silésie et sur le versant méridional des Alpes. Relativement à cette dernière région on ne doit pas oublier qu'à l'époque cependant peu éloignée où M. de Strombeck écrivait ses observations, le trias y était bien moins connu qu'il ne l'est aujourd'hui, ainsi qu'on peut en juger par ce que nous en avons dit (*antè*, p. 330).

Paléontologie. La faune du muschelkalk, continue le savant ingénieur, lorsqu'on y comprend celles des marnes irisées et du grès bigarré, forme un tout complet. Aucune des espèces ne passe dans une formation plus ancienne ou plus récente, et l'absence des polypiers peut le faire considérer comme un dépôt de mer profonde. Les Encrines y dominent surtout, tandis que les Bélemnites y manquent encore complétement. Les caractères des animaux inférieurs suffisent pour assigner au muschelkalk sa place dans la série géologique. Ainsi les Ptérinées qui cessent après lui le rattachent aux dépôts antérieurs, de même que les Trigonies aux plus récents. L'anneau qui les réunit est formé par les Cératites placées entre les Goniatites et les vraies Ammonites, les Cératites du trias ayant, suivant de Buch, des caractères qui les distinguent de celles des dépôts secondaires moins anciens. Par les restes d'animaux d'un ordre plus élevé, tels que les crustacés, les poissons et les reptiles qui lui sont propres, sa faune se rattacherait à une période antérieure.

Le tableau que donne M. de Strombeck des 34 espèces du muschelkalk du Brunswick montre que le développement de la vie n'a pas toujours été le même pendant toute la durée de sa formation. 4 de ces espèces, ou un peu moins d'un huitième du total, ont été observées à tous les niveaux : ce sont la *Melania Schlotheimii*, Quenst., la *Trigonia vulgaris*, Schloth., la *Gervillia socialis*, Quenst., et le *Pecten discites*, Hebl. Dans quelques divisions on a

rencontré fréquemment la *Natica Gaillardoti*, Lefr., le *Dentalium læve*, Schloth., et la *Nucula Goldfussi*, d'Alb. Le *Myacites musculoides*, et le *Mytilus eduliformis*, Schloth., existent aussi dans les trois étages, mais non dans tous les bancs. Parmi les 25 autres espèces se trouvent la *Serpula valvata*, Gold. et une Huître indéterminée. 4 espèces sont communes au premier et au second étage; 6 au second et au troisième, tandis que 13 sont disséminées dans l'un ou l'autre des trois.

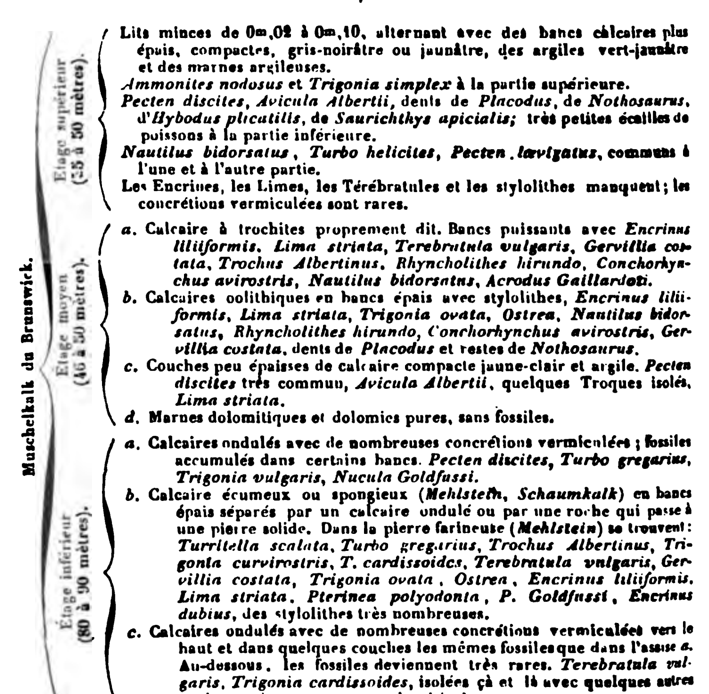
Les fossiles qui caractérisent au contraire d'une manière particulière l'étage supérieur sont : l'*Ammonites nodosus*, Brug., et la *Trigonia simplex*, Schloth. Le *Pecten discites* appartient aux couches les plus basses; quant au *P. lævigatus*, Bronn, très rare dans les couches profondes, il cesse de se montrer dans les plus élevées.

Dans l'étage moyen, le *Rhyncholithes hirundo*, F. Big., et le *Conchorhynchus avirostris*, Bronn, qui sont des fossiles très rares, doivent cependant être regardés comme caractéristiques. L'*Encrinus liliiformis*, Lam., la *Terebratula vulgaris* et la *Lima striata* qui descendent aussi plus bas mais rarement, sont associés ici avec d'autres espèces, et vers le milieu de l'étage constituent des bancs épais à eux seuls, soit isolément, soit réunis. Le *Nautilus bidorsatus*, le *Turbo helicites*, Münst., l'*Avicula Albertii*, Gein., et le *Pecten lævigatus*, Bronn, sont communs au premier et au second étage.

Dans l'inférieur, la *Turritella scalata*, Gold., et le *Turbo gregarius*, Munst., ont plus d'importance que toutes les autres coquilles. Quant à celles qui s'y trouvent très répandues et qui lui sont propres, on peut citer les *Trigonia curvirostris*, Bronn (non Schloth.), *cardissoides*, Münst., la *Nucula speciosa*, id., les *Pterinea polyodonta* et *Goldfussi* et l'*Encrinus dubius*, Quenst. Les espèces communes à l'étage moyen sont la *Trigonia ovata*, Gold., le *Trochus Albertinus*, id., la *Gervillia costata*, Quenst., la *Terebratula vulgaris*, l'*Encrinus liliiformis*, Lam., la *Lima striata*, Gold.

Parmi les animaux plus élevés, l'*Hybodus plicatilis*, Ag., et peut-être le *Gyrolepis Alberti*, id., sont du premier étage; l'*Acrodus Gaillardoti*, id., serait propre au second. Les genres *Nothosaurus* et *Placodus* sont communs à l'un et à l'autre, mais la rareté des échantillons et leur mauvais état n'ont pas encore permis d'en déterminer les espèces. Certaines concrétions vermiformes se voient surtout à la surface des couches de l'étage inférieur.

Le tableau suivant résume les caractères du muschelkalk du duché de Brunswick et des pays voisins, tels que M. de Strombeck les a donnés (p. 230). Ici l'auteur signale 9 espèces au lieu de 4 qui ne sont point mentionnées dans les étages, parce qu'elles ont été observées dans toute la hauteur de la série. Ce sont : *Gervillia socialis*, *Trigonia vulgaris*, *Pecten discites*, *Melania Schlotheimii*, *Myacites musculoides*, *Mytilus eduliformis*, *Dentalium læve*, *Natica Gaillardoti*, *Nucula Goldfussi*.



**Muschelkalk du Brunswick.**

Étage supérieur (35 à 50 mètres).

Lits minces de 0m,02 à 0m,10, alternant avec des bancs calcaires plus épais, compactes, gris-noirâtre ou jaunâtre, des argiles vert-jaunâtre et des marnes argileuses.
*Ammonites nodosus* et *Trigonia simplex* à la partie supérieure.
*Pecten discites*, *Avicula Albertii*, dents de *Placodus*, de *Nothosaurus*, d'*Hybodus plicatilis*, de *Saurichthys apicialis*; très petites écailles de poissons à la partie inférieure.
*Nautilus bidorsatus*, *Turbo helicites*, *Pecten lævigatus*, communs à l'une et à l'autre partie.
Les Encrines, les Limes, les Térébratules et les stylolithes manquent; les concrétions vermiculées sont rares.

Étage moyen (46 à 50 mètres).

*a*. Calcaire à trochites proprement dit. Bancs puissants avec *Encrinus liliiformis*. *Lima striata*, *Terebratula vulgaris*, *Gervillia costata*, *Trochus Albertinus*, *Rhyncholithes hirundo*, *Conchorhynchus avirostris*, *Nautilus bidorsatus*, *Acrodus Gaillardoti*.
*b*. Calcaires oolithiques en bancs épais avec stylolithes, *Encrinus liliiformis*, *Lima striata*, *Trigonia ovata*, *Ostrea*, *Nautilus bidorsatus*, *Rhyncholithes hirundo*, *Conchorhynchus avirostris*, *Gervillia costata*, dents de *Placodus* et restes de *Nothosaurus*.
*c*. Couches peu épaisses de calcaire compacte jaune-clair et argile. *Pecten discites* très commun, *Avicula Albertii*, quelques Troques isolés, *Lima striata*.
*d*. Marnes dolomitiques et dolomies pures, sans fossiles.

Étage inférieur (80 à 90 mètres).

*a*. Calcaires ondulés avec de nombreuses concrétions vermiculées ; fossiles accumulés dans certains bancs. *Pecten discites*, *Turbo gregarius*, *Trigonia vulgaris*, *Nucula Goldfussi*.
*b*. Calcaire écumeux ou spongieux (*Mehlstein*, *Schaumkalk*) en bancs épais séparés par un calcaire ondulé ou par une roche qui passe à une pierre solide. Dans la pierre farineuse (*Mehlstein*) se trouvent : *Turritella scalata*, *Turbo gregarius*, *Trochus Albertinus*, *Trigonia curvirostris*, *T. cardissoides*, *Terebratula vulgaris*, *Gervillia costata*, *Trigonia ovata*, *Ostrea*, *Encrinus liliiformis*, *Lima striata*, *Pterinea polyodonta*, *P. Goldfussi*, *Encrinus dubius*, des stylolithes très nombreuses.
*c*. Calcaires ondulés avec de nombreuses concrétions vermiculées vers le haut et dans quelques couches les mêmes fossiles que dans l'assise *a*. Au-dessous, les fossiles deviennent très rares. *Terebratula vulgaris*, *Trigonia cardissoides*, isolées çà et là avec quelques autres espèces qui traversent toute la série du groupe.

Comparaison du muschelkalk du nord et du sud de l'Allemagne.

(P. 217.) Dans le parallèle que l'auteur établit ensuite entre le muschelkalk du Wurtemberg ou du sud-ouest de l'Allemagne et celui du nord, il fait voir que l'étage à anhydrite, ou second étage du premier de ces pays, manque dans le Brunswick, de sorte que son second étage ne correspond point à celui de M. d'Alberti ni à celui de M. Quenstedt. On a signalé à la vérité (1) des masses de

(1) *Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, 1848, liv. 2, p. 215.

gypse et d'anhydrite avec le sel gemme, mais celui-ci aurait une origine ignée et ne serait qu'une circonstance purement accidentelle et locale, tandis que dans le sud-ouest de l'Allemagne ces substances occupent un horizon constant au milieu du groupe. Dans le nord c'est dans des couches plus profondes, dans le premier étage du grès bigarré, qu'il faut les chercher. Les roches dolomitiques et salifères du sud-ouest seraient représentées au nord-est du Harz par des dolomies et des marnes dolomitiques placées entre le calcaire à Encrines et les calcaires ondulés qui correspondraient ainsi à l'étage des anhydrites.

En comparant les deux séries d'une manière encore plus détaillée, M. de Strombeck trouve que dans le Brunswick il manque les dolomies supérieures qui, dans le bassin du haut Neckar, sont placées sous le calcaire de Friedrichshall. Peut-être le calcaire qui est spongieux çà et là en serait-il un équivalent dans les couches plus élevées. L'assise oolithique (*Roggenstein*) du sud, placée plus haut que le calcaire à crinoïdes du nord, est très remarquable dans le sud-ouest, et l'on pourrait supposer qu'avec les calcaires à Encrines supérieur et inférieur elle forme un tout qui aurait son équivalent dans les deux régions. La couche à *Pemphix Sueurii* est représentée dans le Brunswick par des argiles qui séparent çà et là le calcaire à Encrines proprement dit du calcaire oolithique. Les assises qui, dans le nord, viennent au-dessous de ce dernier, manquent dans le sud-ouest. Enfin sous l'étage à anhydrite viennent les calcaires ondulés de l'Odenwald qui ont leurs analogues dans le troisième étage du Brunswick.

D'un autre côté le parallèle entre le muschelkalk de ce dernier pays et celui de la Thuringe conduit aux résultats suivants par rapport aux environs d'Iéna d'une part et aux environs de Gotha et d'Arnstadt de l'autre. Au point de vue pétrographique comme sous celui des fossiles, les couches placées ainsi au nord et au sud du massif du Harz seraient tout à fait comparables. Les cinq assises inférieures des environs d'Iéna (1) représentent celles du troisième étage du Brunswick, les assises 6, 7 et 8, l'étage moyen et l'assise 9 le supérieur.

L'étage de l'anhydrite du sud-ouest de l'Allemagne existe aussi dans la Thuringe, mais il manque dans le Brunswick avec ses carac-

(1) Voy. Schmid et Schlieden, *Geognost. Verhältnisse des Saalthales bei Iena*, Leipzig, 1846.

tères particuliers. Les couches les plus basses de l'étage supérieur de ce dernier pays, caractérisées par le *Pecten discites*, n'ont pas encore été dans la Thuringe séparées des couches plus récentes. Les débris de reptiles sauriens et de poissons de la Thuringe appartiennent aussi au calcaire ondulé le plus inférieur, au calcaire à Térébratules et au calcaire écumeux, assises qui toutes sont de l'étage inférieur du groupe. Ils se montrent encore dans le calcaire à sauriens (*Saurier-Kalk*) qui représente la base de l'étage moyen du nord, de sorte que les même êtres organisés se sont succédé sur ces divers points dans le même ordre pendant tout le dépôt du muschelkalk.

L'*Encrinus liliiformis* descend en Thuringe jusqu'à la moitié inférieure du troisième étage ; la *Terebratula vulgaris* règne dans le supérieur, tandis que dans le Brunswick elle se trouve seulement dans le troisième et dans le second. Si l'on a cité l'*Ammonites nodosus* dans l'étage inférieur et la *Turritella scalata* dans le moyen et le supérieur, ce n'a été sans doute que par suite d'erreurs. Il en est probablement de même de la *Lima striata*, signalée par M. Geinitz (1) dans les couches les plus récentes du muschelkalk de Mattstedt.

En résumé, on peut dire qu'aux environs de Brunswick, c'est-à-dire entre les montagnes de Magdebourg et le pied nord-est du Harz, le muschelkalk se montre d'une manière discontinue, affleurant sur les flancs de ces chaînes et dans les collines intermédiaires, puis recouvert dans les dépressions qui les séparent par des dépôts plus récents. Sa composition est constante, et il se divise naturellement en trois étages caractérisés chacun par leurs roches et leurs fossiles.

Une composition analogue ou comparable se retrouve avec les mêmes circonstances dans la Thuringe et le sud-ouest de l'Allemagne, de telle sorte que tout le groupe qui traverse cette partie centrale de l'Europe du S. au N., en formant une zone d'inégale largeur, à bords découpés et très sinueux, montre dans ses diverses assises une uniformité générale. Néanmoins l'étage de l'anhydrite, comprenant le gypse et le sel gemme si important au sud, n'existe pas au nord de Harz.

Observations diverses. Les recherches subséquentes de M. de Strombeck (2) ont apporté

(1) Voy. *antè*, *loc. cit.* et Naumann, *Gäa von Sachsen*, 1843.
(2) *Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 196, 1850.

quelques modifications à ces conclusions. Ainsi il a constaté la présence du gypse dans le muschelkalk au pied du Huy près d'Halberstadt. La coupe de cette montagne fait voir qu'elle se compose de deux chaînons parallèles formés par les couches de ce groupe et plongeant en sens inverse à partir de la dépression ou vallée de soulèvement qui les sépare. Ces couches sont successivement de chaque côté, lorsqu'on marche du dehors vers la vallée intérieure, celles du premier, du second et du troisième étage du muschelkalk. Au-dessous de Huysburg, les argiles du grès bigarré avec gypse succèdent à ce dernier. Du côté opposé à Oelberg, le gypse, d'une épaisseur d'environ 8 mètres, est exploité au-dessus du calcaire écumeux, niveau différent de celui du groupe à anhydrite du sud-ouest.

M. B. Cotta (1), en décrivant les environs de l'Asse près Wolfenbüttel, a signalé les plissements, les relèvements et les fentes qui existent dans toute la longueur de la dislocation. Celle-ci a amené au jour le grès bigarré bordé de chaque côté par les escarpements du muschelkalk, auxquels succèdent les marnes irisées, le lias, les conglomérats, les argiles de Hils, etc. Tous ces groupes n'offrent que des affleurements en bandes fort étroites, et le muschelkalk y est bien caractérisé par ses nombreux fossiles.

Dans un supplément à l'un des mémoires précédents, M. de Strombeck (2) a rappelé que la *Terebratula trigonella*, Schloth., avait été signalée par M. Beyrich près de Wernigerode dans le muschelkalk du Horstberg, montagne dont il a donné un profil et où l'on peut observer les relations de ce groupe avec le grès bigarré et les marnes irisées. La *Cucullæa Beyrichi*, de Stromb. (3), ne se rencontre que dans une partie du muschelkalk à l'état de moules et d'empreintes, entre le Harz et les hauteurs de d'Alvensleber, et particulièrement dans les carrières des bords de l'Elme, avec la *Trigonia ovata*, la *T. cardissoides*, le *Mytilus eduliformis*, etc. Elle a été observée aussi à Rudersdorf à l'est de Berlin et à Tarnowitz dans la haute Silésie. La *C. nuculæformis*, Zenk. (4), qui a la plus grande analogie avec cette espèce, se montre également dans les couches à *Rhizocorallium* d'Iéna, que M. Geinitz réunit aux

(1) *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 817.
(2) *Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 186, 1850.
(3) De Strombeck, *ibid.*, vol. I, p. 451, pl. 7, 1849.
(4) *Neu. Jahrb.*, 1842, p. 577, pl. 10, fig. 11.

marnes supérieures du grès bigarré. La *Modiola Thielaui* et la *Delphinula infra striata* ont encore été décrites par M. de Strombeck (1) comme provenant du muschelkalk des environs de Brunswick, et l'on doit au même savant un mémoire fort étendu sur les déformations ou monstruosités de l'*Encrinus liliiformis*, Lam., travail intéressant où se trouvent rectifiées beaucoup d'erreurs auxquelles avaient donné lieu les déviations individuelles de ce type de crinoïdes si caractéristique du muschelkalk (2).

Prusse.

Dans les vastes plaines tertiaires qui, du pied des collines et des montagnes de la Saxe, de Magdebourg et du Brunswick, s'étendent au nord sans interruption jusqu'à la mer, affleurent çà et là quelques lambeaux de muschelkalk. Le plus anciennement connu est celui de Rudersdorf à l'est de Berlin, sur la rive droite de la Sprée. M. Overweg (3), en présentant une carte du trias de cette localité a fait voir que le groupe qui nous occupe se composait d'une assise calcaire vers le haut et de deux autres divisions vers le bas. Les couches plongent au N. et au N.-O. Une coupe transversale a mis à découvert le calcaire de Krunberg dont les bancs inférieurs passent à des argiles sablonneuses. Au-dessous viennent les calcaires écumeux (*Schaumkalke*), de 65 mètres d'épaisseur, constituant la seconde division, et la troisième est formée de calcaires bleu-foncé en couches minces avec des argiles subordonnées et d'une épaisseur de près de 100 mètres. Ce système repose sur des marnes et des argiles du grès bigarré supérieur, dans lequel un forage a été poussé jusqu'à 310$^{m}$,66 (990 pieds) (4).

L'auteur regarde ces divisions comme parfaitement comparables avec celles des environs de Brunswick, l'inférieure représentant le calcaire ondulé de M. de Strombeck. Vers le haut cependant l'analogie est moins frappante; les argiles de la base du second étage sont à Rudersdorf au-dessus du calcaire. Les argiles avec charbon s'observent de même à Abbenrode et probablement à Lunebourg dans des relations semblables. Quant aux fossiles, M. Overweg

---

(1) *Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 90, pl. 5, 1850.

(2) *Ueber Missbildungen von* ENCRINUS LILIIFORMIS, Lam., in-4°, avec 1 planche.

(3) *Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 5, 1850.

(4) Nous supposons que l'auteur a employé le *pied de Prusse*, qui = 0$^{m}$,3138.

signale l'*Encrinus Brahlii*, espèce distincte de l'*E. liliiformis* et l'*E. gracilis*. L'*Ammonites nodosus* que nous avons toujours vu caractériser l'étage supérieur descendrait ici dans le calcaire écumeux, s'il n'y a point d'erreur dans cette citation, comme pourrait le faire soupçonner ce que nous dirons ci-dessous.

Dans la coupe de la même localité qu'a donnée M. Credner (1), coupe passant par Kessel, le Kalkberg, Krienberg, et aboutissant au lac de ce dernier village, l'auteur distingue, de bas en haut, le grès bigarré (partie supérieure), le calcaire ondulé, le calcaire écumeux, l'étage à anhydrite, le calcaire oolithique, les couches à *Lima* du calcaire de Friedrichshall, le calcaire argileux et le calcaire ordinaire de ce dernier étage. Le calcaire écumeux renferme le *Rostellaria scalata*, la *Trigonia lævigata*, la *T. curvirostris*, la *Gervillia polyodonta*, la *G. costata*, etc. Sur le sommet du Kalkberg, comme sur sa pente nord-ouest, on trouve fréquemment des morceaux provenant du calcaire argileux supérieur avec quelques *Ammonites nodosus* et *Nautilus bidorsatus*. Au-dessous de ces fragments on observe quelques couches déplacées ou en partie détruites du calcaire de Friedrichshall, et plusieurs carrières étendues qu'on y a ouvertes ont mis au jour les bancs les plus inférieurs de ce même calcaire, tel qu'on l'observe dans la Thuringe et dans la même position.

Bassin inférieur de l'Elbe.

Si nous nous reportons actuellement à l'ouest au delà de l'Elbe, non loin de la route de Magdebourg à Lunebourg, entre les petites rivières de la Biese et de l'Augraben, nous trouverons encore entre les villages d'Altmosleben et de Jethlingen une petite surface coloriée sur la carte de M. de Dechen comme appartenant au muschelkalk; mais nous ne connaissons aucune description de cet affleurement qui serait une sorte de témoin placé là pour relier le lambeau de Rudersdorf dont nous venons de parler avec les couches plus développées du Brunswick et celles qui, encore plus loin au nord-ouest de Lunebourg, ont été décrites à plusieurs reprises (2).

Des forages exécutés récemment et les nouvelles observations de

(1) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 369, 1851.

(2) Voy. Hoffmann, *Ann. de Gilbert*, vol. LXXVI, 1824.—Volger, *Beiträge zur geogn. Kenntn.*, etc., Contributions à la connaissance géognostique des terrains du nord de l'Allemagne. Brunswick, 1846. — *Arch. fur Miner. von Karsten.*, vol. XXII, 1848.

M. J. Roth (1) sont venues compléter les données que l'on possédait déjà sur ces dernières. Les couches du muschelkalk viennent au jour à Schafweide (2) au nord de Lunebourg. Elles inclinent de 68° au nord et représentent celles des collines situées au sud. La roche est d'un blanc sale, ou colorée en gris par du bitume. Elle est très solide, renferme des grains verts et présente de nombreux vides résultant de la disparition du test des coquilles. Les écailles de poissons paraissent y être très répandues. Les bancs calcaires ondulés alternent avec des argiles, et les couches deviennent sablonneuses en haut et en bas où la texture cristalline disparaît. Le mica se voit fréquemment à la surface des bancs et les fossiles manquent dans les couches sablonneuses. Dans les autres se trouvent l'*Ammonites nodosus*, la *Myophoria simplex*, la *M. pes anseris*, la *M. vulgaris*, l'*Avicula Albertii*, Gein., la *Gervillia socialis*, le *Pecten lævigatus*, le *Palæobates angustissimus*, Herm. de Mey., l'*Acrodus Gaillardoti*, l'*Hybodus plicatilis*, des dents de *Sauricthys apicialis*, de *Gyrolepis tenuistriatus*, de *Placodus varius*, Gieb. On n'y rencontre d'ailleurs ni le *Nautilus bidorsatus*, ni la *Terebratula vulgaris*, ni d'autres espèces encore caractéristiques du groupe.

La roche est un calcaire plus ou moins magnésien qui passe à des calcaires en dalles, recouverts par des argiles bleues, du gypse et des marnes panachées de diverses couleurs. C'est dans ces marnes que se trouvent des plaques de grès gris, jaune, à grain fin, où sont disséminés aussi des cristaux de sel. Ces marnes. en se prolongeant, passent sous les couches crétacées de la plaine environnante, et l'auteur est disposé à les rapporter aux marnes irisées proprement dites, et non au niveau des argiles charbonneuses, comme il l'avait fait d'abord. La craie à silex vient au jour immédiatement à l'est de ce point. Les carrières où elle est exploitée montrent une inclinaison de 48° à 60° au N.-E., et l'on y a recueilli le *Belemnites mucronatus*, l'*Ananchytes ovata*, le *Galerites albogalerus*, le *Micraster cor-testudinarium*, la *Terebratula subundata*, le *Cœloptychium agaricoides*, des *Ostrea.*, etc. Les couches inférieures sont plus inclinées que les supérieures.

Quatre forages exécutés à Lunebourg ont traversé les argiles, les calcaires, les dolomies et les gypses alternants à des profondeurs

(1) *Zeitschr. der. Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. V, p. 359, 1853.

(2) Quoique le mot *Schafweide* signifie *pacage* ou *pâturage*, le sens de la phrase nous fait supposer que c'est ici un nom de lieu.

peu considérables. Dans la ville même, trois sondages descendus à 35 mètres ont atteint les argiles salifères.

Ces couches de Schafweide représenteraient le calcaire supérieur de Friedrichshall. La partie moyenne ne s'y voit pas, ni le calcaire ondulé. Les masses principales de Lunebourg appartiendraient cependant à l'étage de l'anhydrite ou du muschelkalk moyen, mais les limites précises ne peuvent encore être fixées, le gypse n'ayant pas été complétement traversé. La roche de Krienberg près de Rudersdorf dont nous avons parlé tout à l'heure, et qui doit correspondre aux assises de la Thuringe, ressemble beaucoup à celle de Schafweide, d'où l'on pourrait conclure que l'étage de l'anhydrite, si peu développé à l'est de Berlin, le serait beaucoup à Lunebourg, tandis que le calcaire ondulé, très épais dans la première localité, l'est très peu dans la seconde.

Sur la carte géologique de l'Europe d'André Dumont, le lambeau triasique de Rudersdorf a été indiqué, comme celui au sud de Lunebourg; sur celle de MM. Murchison et Nicole, le premier a été marqué sans doute par inadvertance comme crétacé, de même que ceux d'Osterburg et de Lunebourg. La disposition générale du trias entre Brunswick et Magdebourg est d'ailleurs très différente sur ces deux cartes, et nous sommes porté à croire que la première est la plus exacte.

Enfin, plus loin encore au nord-ouest, sur le prolongement de l'axe de la vallée de l'Elbe, la petite île d'Helgoland est signalée comme ayant présenté quelques rudiments du trias et en particulier du muschelkalk. Nous avons déjà mentionné diverses publications relatives aux couches crétacées et jurassiques de ce point (1); nous y ajouterons ce qui suit.

M. Wiebel (2), dans ses recherches sur l'étendue de cette île anciennement et à l'époque actuelle, en a signalé les diverses roches. Le muschelkalk, dit-il, y montre les dernières traces de son extension vers le nord, tandis que le grès bigarré qui le supporte a encore des représentants dans les îles Britanniques. Il n'offre d'ailleurs que sa partie supérieure composée d'argiles schisteuses. L'existence de l'île est attribuée à un soulèvement isolé au milieu

(1) *Antè*, vol. V, p. 190, et vol. VII, p. 488.
(2) *Die Insel Helgoland* (*Untersuchungen über deren Grösse*, etc. Hambourg, 1848. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 827. — Voy. aussi : *Deutsch. Naturf. Versamml. zu Kiel*, 1846, *Spezial-Bericht*, p. 37).

des contrées basses du nord de l'Allemagne. Elle n'a point été reliée au continent depuis les temps historiques. D'après l'auteur, son premier soulèvement se rattacherait à celui de la chaîne littorale de la Suède, et, depuis lors, elle a éprouvé des oscillations en rapport avec les mouvements qui se sont produits sur divers points du bassin de la mer du Nord. Un abaissement peu ancien a amené l'île dans sa position actuelle, et, même après le grand dépôt de transport des cailloux roulés du nord, elle était jointe à la terre ferme. Sur le côté oriental de l'île, dit M. Gérard (1), on voit, au-dessus du grès bigarré, une série régulière de couches plongeant au N.-E. ou à l'E.-N.-E., et comprenant le muschelkalk surmonté de dépôts jurassiques moyens, d'argile de Hils ou de gault, etc.

### § 3. — Grès bigarré.

Disposition générale.

Le groupe inférieur du trias sert partout de *substratum* aux deux autres, les déborde constamment sur leur pourtour ayant formé le fond du bassin dans lequel ils se sont déposés après lui, et occupe par conséquent une étendue plus considérable. Sa surface, entre le terrain de transition du Taunus et du Westerwald à l'ouest et la chaîne porphyrique du Thuringerwald à l'est, se trouve interrompue, indépendamment des lambeaux de muschelkalk que nous avons décrits, par les massifs ignés du Wogels-Gebirge, du Rhön-Gebirge et par une multitude de pointements basaltiques. Resserrée un moment entre Eisenach et la principauté de Waldeck, elle s'étend bientôt à l'est dans le large et profond golfe de la Thuringe que limitent au sud le Thuringerwald et le terrain ancien du Frankenwald, à l'est les roches cristallines ou de transition de la Saxe et les dépôts tertiaires de la vallée de l'Elster, au nord le massif du

(1) Sur la géologie de la plaine septentrionale de l'Allemagne et particulièrement entre l'Elbe et la Vistule, avec carte. — Aux documents déjà assez nombreux que nous avons indiqués sur ce petit point, nous ajouterons encore les suivants : Beck, *Notizen*, etc., Notice sur la géologie du Danemark (*Lond. and Edinb. Philos. Magaz.*, vol. VIII, 1836). — A. Quenstedt, *Ueber die Geschiebe der Umgegend Berlins* (*Neu. Jahrb.*, 1838, p. 152). — Zimmermann (*ib.*, 1841, p. 643). — Godeffroy, *Helgoland* (*ibid.*, 1835, p. 412, 419). — Wiebel, Carte d'Helgoland avec ses brisants, 1844-45. — O. Volger, *De agri Luneburgici constitutione geognostica dissertatio inauguralis*. Göttingen, 1845, avec un tableau géognostique.

Harz. Le grès bigarré pénètre au nord-ouest dans le Teutoburgerwald et contourne l'extrémité occidentale du Harz pour occuper encore le fond de cet autre golfe, qui, s'étendant de son versant nord aux collines de Magdebourg, était aussi fermé au sud-est par les hauteurs permiennes d'Hettstedt à Rothenburg et au delà, qui l'isolaient ainsi de la Thuringe. Au nord, au sud et à l'ouest, ou sur le pourtour de cette dernière région, le groupe inférieur est presque toujours séparé des roches plus anciennes par une zone plus ou moins étroite de dépôts permiens (zechstein et *rothe todte Liegende*).

Ces expressions de *golfes hercynien* et *de la Thuringe* ne doivent pas être prises d'ailleurs dans un sens absolu, mais bien dans un sens relatif à l'état actuel des choses, car les affleurements du trias que nous venons d'indiquer fort loin au nord et au nord-est des pays où il se montre aujourd'hui le plus développé prouvent que ses dépôts s'enfoncent sous les plaines tertiaires et quaternaires que parcourent l'Elbe et l'Oder, et que par conséquent les eaux dans lesquelles ils se sont formés se prolongeaient sans interruption de ce côté jusqu'à des distances inconnues aujourd'hui.

La simplicité et l'uniformité des caractères pétrographiques du grès bigarré abrégeront singulièrement notre tâche et la rendront plus facile que pour les deux autres groupes. Il nous suffira souvent d'indiquer sa distribution géographique et ses limites par rapport aux dépôts plus anciens sur lesquels il repose et par rapport aux plus récents qui le recouvrent.

Principauté d'Hildburghausen.

Le grès bigarré des environs d'Hildburghausen, le long du versant sud-ouest du Thuringerwald, a acquis une certaine célébrité par les empreintes de pas de grands animaux quadrupèdes qu'on y a découvertes en 1835, dans les carrières d'Hessberg, de Werkersrode, et que M. Sickler a le premier fait connaître (1). En annonçant cette découverte, qui a été le point de départ de beaucoup d'autres, du même genre, de Humboldt (2) a donné quelques détails sur les caractères de ces empreintes qu'on croyait pouvoir attribuer à des

(1) *Archives zoologiques de Wiegmann*, n° 1, p. 127, 1835. La première indication de ces empreintes paraît être due à M. Barthe, graveur à Hildburghausen, qui les observa dans les carrières d'Hessberg, et les fit remarquer à MM. Bernhardi et Gleichmann. — Voy. aussi : une Notice de M. Hohubaun, dans les *Annales de philosophie chrétienne*, 1836.

(2) *Comptes rendus*, vol. I, p. 46, 1835.

mammifères quadrumanes ou à des Marsupiaux. M. Link (1) a constaté que le banc de grès qui les renferme reposait sur une couche d'argile, et que c'est la surface inférieure de ce grès en contact avec l'argile qui reproduit en relief les empreintes originairement en creux sur cette dernière. Dans les échantillons qui ont fait l'objet de la communication précédente, les empreintes se trouvaient entre deux plaques de grès contiguës dont l'une offrait le moule en relief et l'autre la contre-empreinte en creux. M. Link croit y avoir reconnu quatre espèces d'empreintes provenant d'animaux différents, et M. Voigt en aurait constaté plus de dix (2).

Le comte de Münster attribuait ces traces à des mammifères amphibies; M. Link à des reptiles batraciens ou à des sauriens gigantesques; de Blainville (3) n'y voyait que l'indication de végétaux, tels que de grandes Presles, des rhyzomes d'*Acorus* et des tiges sarmenteuses. MM. Wiegmann et Kaup les ont décrites et figurées sous la dénomination de *Chirotherium* ou *Chirosaurus Barthi* (4), et M. Virlet (5) a communiqué à la Société géologique de France le résultat de l'examen qu'il avait fait des empreintes envoyées au Muséum d'histoire naturelle, mais sans se prononcer sur les caractères des animaux qui les avaient laissées. M. Croizet (6) les a attribuées à des reptiles sauriens plus ou moins voisins de ceux que, dans d'autres localités, la même formation a présentés. Suivant M. Russeger (7), on rencontrerait fréquemment sur le sable des bords du Nil des empreintes d'un animal vivant, mais encore inconnu, qui ont la plus grande analogie avec celles du *Chirotherium*. Plus tard, H. Girard (8) a décrit les mêmes traces, d'après les plaques de grès déposées au Musée de Berlin, en leur conservant le nom générique que leur avaient imposé MM. Wiegmann et Kaup, nom auquel on a vu que M. R. Owen avait substitué celui de *Labyrinthodon*.

---

(1) *Comptes rendus*, vol. I, p. 258, 1835. — Bronn, *Neu. Jahrb.*, 1835, p. 232.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1835, p. 324, désignée, sous le nom de *Palæopithecas*.

(3) *Ibid.*, vol. II, p. 454, 1836.

(4) *Neu. Jahrb.*, 1835, p. 328.

(5) *Bull.*, 1^re^ sér., vol. VII, p. 220, 1836.

(6) *Ibid.*, p. 259 et 265. — M. Berthold en fit des mammifères amphibies (*Götting. Anzeig.*, 1835, p. 32).

(7) *Neu. Jahrb.*, 4^e^ cah., p. 435, 1841. — *L'Institut*, 10 mars 1842.

(8) *Ueber die Fæhrten vorweltlicher Thiere*, etc., sur les traces d'animaux antédiluviens et particulièrement du *Chirotherium* dans le grès. — *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 1.

M. Engelhardt (1) croyait que les grès à empreintes de pas d'animaux appartenaient aux marnes irisées, et non au grès bigarré. Il se fondait sur ce qu'une faille suivant la vallée de la Verra avait porté le grès bigarré de la rive gauche au même niveau que les marnes irisées de la rive opposée.

Si l'on jette les yeux sur la carte géognostique de la Thuringe, par M. Botta, et sur celle non moins remarquable due aux recherches du même savant et de M. Naumann (*antè*, p. 485), on voit que le grès bigarré borde complétement le pied sud-ouest du Thuringerwald, tourne autour de son extrémité nord-ouest, et que, passant par Eisenach, il suit également sa pente nord par Waltershausen, en se rétrécissant et disparaissant même quelquefois sous des dépôts moins anciens. Il prend ensuite une grande extension au nord de Königsee et dans le bassin de la Saale, autour de Rudolstadt, en se dirigeant au nord-est vers Gera et Zeitz, où il s'enfonce sous les sédiments tertiaires. Dans toute l'étendue de cette zone sinueuse jusqu'au sud de Gera, il accompagne une bande d'inégale largeur, à bords très découpés, rarement interrompue, formée par le zechstein. Saxe, Weimar et Thuringe.

Plus à l'est des lambeaux isolés, s'observent encore sur divers points, soit reposant sur les schistes argileux de transition ou sur la grauwacke, comme au sud-est de Gera, soit compris dans un bassin de grès rouge (*rothe todte Liegende*), comme entre Schmölln et Altenburg, puis au delà de Frohburg, au nord-est. Lorsqu'on suit la vallée de la Saale, on voit le même groupe se rétrécir au-dessous d'Iéna, de Naumburg, de Weissenfels, de plus en plus resserré par les dépôts tertiaires qui l'interrompent autour de Merseburg, et de dessous lesquels il ressort encore au sud de Halle.

Il occupe le fond du petit golfe qui limite le pied sud-est du Harz, aux environs d'Eisleben, et sur le pourtour duquel il recouvre le zechstein et le grès rouge de Gerbstadt, de Leimbach et de Mansfeld, compris au nord et au sud entre deux lignes anticlinales du *rothe todte Liegende*, celle de Hettstedt à Rothenburg et celle de Klosterrode à Hornburg.

En redescendant au sud par Nebra et Bibra, le grès bigarré entoure la zone de muschelkalk, pour accompagner ensuite constamment au nord-est le pied du Harz par une large bande qui s'appuie

(1) *Neu. Jahrb.*, 1837. — *Bull.*, 1re sér., vol. IX, p. 75, 1837.

aussi non moins constamment sur le zechstein, en circonscrivant l'extrémité nord-ouest du massif, de la même manière que celle du Thuringerwald, pour se replier encore avec lui dans le bassin subhaercynien, comme précédemment dans celui de la Thuringe.

Ainsi, depuis Cobourg et Hildburghausen au sud jusqu'aux environs de Magdebourg au nord, les limites du grès bigarré se replient deux fois sur elles-mêmes, au sud autour du Thuringerwald, au nord autour du Harz, et au pied de ces deux chaînes il accompagne constamment le zechstein, qui, avec le *rothe todte Liegende* ou grès rouge, forme au nord l'axe anticlinal qui coupe perpendiculairement la Saale à Rothenburg. Cet axe, comme on l'a dit, sépare le bassin triasique de la Thuringe du bassin triasique subhaercynien.

Sur les coupes légendes qui accompagnent chaque feuille de la carte de la Thuringe, M. B. Cotta établit deux divisions dans le grès bigarré de ce pays : une assise supérieure d'argile schisteuse ou de marnes panachées, puis au-dessous le grès bigarré proprement dit jaune, rouge ou blanc, et d'une épaisseur quadruple. Des amas de gypse existent à leur jonction, et des argiles schisteuses brunes se rencontrent à la base du grès ou à la séparation du zechstein. Les auteurs de la carte géologique de la Saxe ont également distingué les argiles et les marnes du grès bigarré (*Thon und Mergel der Buntsandstein*) et le grès bigarré proprement dit (*Buntsandstein*). Les premières forment une zone étroite qui accompagne toutes les sinuosités du muschelkalk. Les profils de Burgholzhausen à Laucha près de Mersburg, de Löbigau à Camburg et Naumburg près Rossbach, d'Iéna à Eisenberg et à la vallée de l'Elster, d'Eckartsberga près Dietrichsroda, et de Dürren-Gleina à Wurzbach, représentés sur les feuilles XVIII et XIX, montrent bien les rapports stratigraphiques du grès bigarré de cette région avec le muschelkalk.

Celui-ci atteint dans le premier profil 298$^{m}$,84 d'altitude à Burgholzhausen où il est redressé, et 212$^{m}$,76 à Baumersrada; dans le second, 401 mètres; dans le troisième, 424 à Fuchsturm près d'Iéna, et le grès bigarré 295 près d'Eisenberg; enfin, dans le quatrième, le château de Eckartsberga, bâti sur le muschelkalk en couches verticales, est à 302 mètres.

Dans son *Essai d'une relation historique des caractères géognostiques du Thuringerwald* (1), M. Credner a décrit avec soin

(1) *Mém. de l'Acad. des sc. d'Erfurt*, publié le 19 juillet 1854,

les diverses formations qui entrent dans la composition de cette chaîne et les dislocations nombreuses occasionnées dans les roches stratifiées par l'arrivée des produits ignés. L'auteur a divisé cette histoire en trois périodes : la première commence avec les dépôts les plus anciens et s'étend jusqu'au commencement de la formation carbonifère ; la seconde s'étend jusqu'au trias ; la troisième embrasse tous les changements survenus à partir de la base de celui-ci. Les bouleversements auxquels sont particulièrement dus les contours généraux et l'étendue du massif, ceux qui ont le plus influé sur son relief, avaient cessé avant la fin du zechstein. Alors le Thuringerwald formait au milieu de l'océan triasique une île le long de laquelle se déposèrent successivement ses divers groupes, et d'où la mer s'éloigna graduellement. Des mouvements ultérieurs beaucoup moins importants ont ensuite modifié la forme des collines et les contours des vallées.

On a vu (*antè*, p. 489) quelle était la composition du grès bigarré des environs de Weimar et le petit nombre de fossiles rencontrés dans l'assise supérieure. Dans la coupe de la vallée de l'Ilm, entre Kösen et Sulza (*antè*, p. 502), les marnes supérieures schisteuses ont seules été atteintes. Dans le forage de Durrenberg, au sud de Mersburg (1), on a traversé le grès bigarré, composé de calcaires gris de fumée alternant avec des grès, puis au-dessous du gypse et une masse d'anhydrite. Le zechstein, le grès rouge et des couches charbonneuses ont été rencontrés jusqu'à 226$^{m}$,36 (799 pieds). Un autre forage est descendu à une profondeur un peu moindre. Au sud de Weimar, le cours de l'Ilm coupe en deux parties presque égales une surface de grès bigarré allongée de l'E. à l'O. entre Blankenhayn, Berka et Krannichfeld, entièrement entourée par le muschelkalk. Son altitude au bord de la rivière, près de Berka, est de 282$^{m}$,60. Cette disposition est due sans doute à un soulèvement local suivi d'énergiques dénudations.

M. B. Cotta (2) a signalé des empreintes de pas d'animaux semblables à celles d'Hildburghausen dans le grès bigarré de Pælzig,

---

lors de l'anniversaire séculaire de sa fondation. — Voyez aussi : W. J. Hamilton, *Address at the anniversary Meet.*, etc., *of the geol. Soc. of London*, 16 févr. 1855, p. 39.

(1) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 101, 1850.

(2) *Neu. Jahb.*, 1844, p. 453. — *L'Institut*, 10 nov. 1842.

de Klein-Poerthen, de Crossen, de Weissenfels et de Gross-Aga. La plupart de celles qu'on a trouvées dans les mêmes couches aux environs d'Iéna sont également analogues au *Chirotherium* d'Hessberg. MM. Koch et Schmid (1) les attribuent à des reptiles amphibiens. D'autres sont restées indéterminées. Non loin de Cahla, sur le versant nord d'une colline que couronne le muschelkalk, des calcaires en dalles ont encore offert les mêmes empreintes à M. L. Besser (2).

De même que les altitudes du muschelkalk étaient plus prononcées que celles des marnes irisées, de même celles du grès bigarré dépassent celles du second groupe, surtout le long du versant sud-ouest du Thuringerwald : ainsi, d'après la carte de M. B. Cotta, il atteint 389ᵐ,79 à Hildburghausen, 454ᵐ,70 à l'est près d'Eisfeld, 409ᵐ,28 à Schlansingen et 594ᵐ,44 au nord de ce point. Au nord-est de Schmalkalden, il est à 422ᵐ,28 et 367 mètres, à 497 au sud de Marckshull, les porphyres d'Eisnach ne dépassant pas 455 mètres. Le long du pied nord de la même chaîne, on trouve les cotes 402ᵐ,78 au midi de Waltershausen, 347ᵐ,56 à l'ouest et 227 autour d'Eisnach. Sur la limite septentrionale du bassin de la Thuringe, le long du Harz, on trouve seulement 367 mètres à l'est-sud-est de Sondershausen, 357 dans le prolongement de ce point; au S.-E. d'Hildrungen, 302 et 292ᵐ,35, et 324ᵐ,83 à l'est d'Allstedt.

Si l'on compare les altitudes des trois groupes du trias de cette partie centrale de l'Allemagne et des deux côtés du Thuringerwald avec celles qu'ils atteignent sur les deux versants des Vosges (*antè*, p. 137), on les trouvera sensiblement dans les mêmes rapports, quoique le grès bigarré sur le versant occidental de cette dernière chaîne atteigne des hauteurs absolues plus considérables (surtout dans le département des Vosges, *antè*, p. 130). Le versant oriental de la Forêt-Noire nous offre encore une disposition analogue.

Hanovre. Si nous nous transportons actuellement à l'extrémité opposée ou nord-ouest du grand golfe triasique de la Thuringe, sur les limites

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1842, n° 1.—*Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 710, 1842.

(2) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 239, 1851. — Voy. aussi : R. de Amas de la Torre, *Noticias de animales en las rocas de varios paises* (*Anales de minas*, vol. II, p. 218, 1841).

du Hanovre, nous retrouverons le grès bigarré occupant des étendues très considérables et y affectant les mêmes caractères. Borné à l'ouest par le terrain de transition, de Giessen à Marbourg il contourne les roches plus anciennes du pays de Waldeck (1), pour remonter ensuite droit au nord, dans la direction de Paderborn et du Teutoburgerwald. Il occupe ainsi en grande partie les bassins de la Fulda et de la Verra où il est masqué çà et là par des dépôts plus récents, ou bien interrompu par des affleurements du zechstein, ou encore par les roches ignées de la province de Cassel.

A l'est de Göttingen, dans le massif du Ohm-Gebirge, près de Worbis, M. J. G. Bornemann (2) décrit le grès bigarré comme occupant le fond des vallées et la base des montagnes. Il gagne au nord le pied du Harz et à l'ouest la forêt de Göttingen ; au sud, il atteint le bord du plateau d'Eichsfeld, et à l'est un autre plateau, limite de la Thuringe et du pays de Nebra. Les bancs homogènes, d'épaisseur variable, de $0^{m},30$ à 3 mètres, alternent avec des lits d'argile verte et rouge, passant à des argiles schisteuses. Les grès deviennent schisteux, micacés, plus ou moins solides, suivant la proportion du ciment siliceux qui les fait quelquefois passer à un quartzite très résistant. Sur d'autres points, la roche est friable ; sa teinte est ordinairement rouge et passe au blanc, au brun, au jaune ou au vert, par suite des divers degrés d'oxydation du fer. La grosseur du grain est aussi variable. Les fossiles y sont très rares, et l'auteur ne cite que quelques empreintes de *Posidonomya Goldfussi* et de Trigonies. L'épaisseur connue est de 200 à 300 mètres, et encore n'est-ce que la partie supérieure du groupe que l'on a ici, et dont les diverses assises s'observent bien à Klein, dans le voisinage du muschelkalk.

Après avoir décrit avec soin la composition minéralogique de ces diverses variétés de roches, dont il donne même des analyses chimiques, M. Bornemann passe à l'examen du gypse en couches régulières qui recouvrent le grès bigarré, et constituent, à ce qu'il semble, un horizon bien marqué, non subordonné, mais tout à fait indépendant. Lorsque le gypse manque, l'auteur suppose qu'il a été dissous après le dépôt du muschelkalk, parce que, dans ces en-

(1) Dreves, sur la Constitution géologique du pays de Waldeck (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 549).

(2) *Ueber die geognost. Verhältnisse des Ohm-Gebirges* (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 9, avec carte et coupe).

droits, ce dernier est toujours affaissé. En outre, on remarque dans le voisinage des sources considérables, et partout où elles s'échappent du flanc des montagnes il n'y a jamais de gypse. Le développement de cette substance est d'ailleurs très variable. A Hasenburg, où elle forme une masse puissante, elle occupe la base de la montagne. Le gypse blanc, gris, brun ou rouge, est en bancs d'épaisseurs diverses, alternant avec des lits argileux et micacés. On y trouve des variétés fibreuses, grenues et lamelleuses. La surface accidentée du sol présente des enfoncements et des monticules. Le sel gemme n'a pas été rencontré aux environs. Lorsque le gypse manque, le grès bigarré est recouvert par une argile plastique ou schisteuse bigarrée que l'auteur réunit à la base du muschelkalk, et qui est fort importante par le niveau d'eau qu'elle procure. Il est plus rare que le groupe inférieur du trias soit immédiatement recouvert par le calcaire ondulé. A Worbis même, c'est un calcaire à Encrines qui le surmonte.

Après avoir esquissé les caractères géographiques et orographiques du pays situé entre la Leine et le Weser, qu'il divise en quatre bassins géologiques, M. H. Roemer (1) a fait remarquer que ces caractères variés résultent à la fois de soulèvements successifs et des érosions des eaux sur les couches argileuses et marneuses. Le grès bigarré suit des chaînons parallèles aux trois lignes de soulèvement qui ont accidenté cette région. Le sol des forêts d'Hildesheim, de Sudwald et de Gronauer appartient à la ligne nord. Sur la ligne moyenne ou intermédiaire, se trouve Helleberg, non loin de Gandersheim, et elle se prolonge au N.-E. La troisième ligne de soulèvement se montre dans le Faugleberg et se continue vers le nord. On observe encore plusieurs lambeaux de grès bigarré au nord-ouest d'Hildesheim et dans d'autres directions.

Le grès de la partie inférieure du groupe est en bancs puissants, à grain plus ou moins fin, micacé, ferrugineux et de teinte rouge. Au-dessus, le grès rouge alterne avec des grès schisteux et argileux, comme dans la ligne de soulèvement du nord. A Solling, un grès micacé, ferrugineux, schistoïde, rouge, surmonte le précédent et est exploité pour couvrir les bâtiments, pour daller les apparte-

(1) Éclaircissements pour servir à la carte géologique du Hanovre (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 178, 1851. — Voy. *antè*, p. 491).

ments, etc. Enfin la partie tout à fait supérieure est marneuse et semble indiquer un passage au muschelkalk.

On trouve du sel gemme et du gypse subordonnés au grès. A Salzdelfurth, à Heiersum (Hersum) et à Sulzbeck, on a exploité les eaux salées qui proviennent de la partie supérieure de la série. Près de Gieser-Teich, le gypse forme des stockwerkes, et il en est de même près d'Hildesheim et au sud-ouest d'Alfeld. La masse la plus considérable se trouve près de Stadtoldendorf, où sa puissance est de plusieurs centaines de pieds. Un grès ferrugineux en rognons y est aussi subordonné et exploité comme minerai.

Au nord-ouest de Cassel, le grès bigarré s'étend seulement jusqu'à Scherwède, entre Warburg et Lichtenau; mais il ne paraît pas affleurer au delà le long du pied sud du Teutoburgerwald, où se montrent le muschelkalk et les marnes irisées, par suite de dislocations qui les ont amenés au jour. On a déjà dit que le grès entouré par le muschelkalk occupait au sud de Pyrmont le fond de la vallée de l'Emmer.

Les deux cartes faites avec beaucoup de soin par M. Beyrich (1) permettent de suivre le grès bigarré presque pied à pied le long du versant nord du Harz. L'auteur divise ce groupe en deux parties ou étages : le grès bigarré supérieur (*obere Buntsandstein Form.*) et l'inférieur (*untere Buntsandstein Form.*). Une première bande, exclusivement composée de l'étage supérieur, sépare à Goslar le muschelkalk du terrain de transition. Elle se termine à l'est après avoir traversé l'Oker, au sud de Neustadt, sur la rive gauche de la Radau. Une seconde bande, qui prend ensuite un peu avant Ilsenburg, passe à Wernigerode et à Blankenburg, montre un développement considérable et continue avec l'étage inférieur, souvent séparé du terrain de transition par une zone fort étroite de zechstein, et du muschelkalk par une zone de l'étage supérieur, d'abord discontinue et mieux suivie au delà de chaque côté de Benzengerode. De Blankenburg à Ballenstedt, le groupe est également continu.

Nous avons déjà dit que M. Beyrich (2) était disposé à rapporter

---

(1) *Geognostische-Karte des Nördlichen Harzrandes von Langelsheim bis Blankenburg* (*Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellschaft*, vol. III, pl. 15, 1851). — *Geognostische-Karte der Gegend zweichen Halberstadt und Blankenburg* (*ibid.*, vol. I, pl. 4, 1849).

(2) *Zeitschr, der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 310, 1849.

au muschelkalk les gypses qui suivent l'axe du Sewekenberg, entre Quedlimburg et Badeborn. Le savant géologue de Berlin ne voit aucune relation nécessaire entre la présence de ces gypses et les soulèvements qui ont accidenté le pays, ainsi que l'ont pensé Hofmann et d'autres observateurs; ils appartiennent, au contraire, aux divers systèmes de couches dans lesquels on les rencontre aujourd'hui, depuis le zechstein jusqu'à la craie. Ces soulèvements sont postérieurs à leur formation, et on ne les observe point d'ailleurs dans les dépôts plus récents qui ont été soulevés. Les gypses ne peuvent être regardés comme le produit d'actions ignées ou métamorphiques, et l'auteur s'attache à réfuter l'opinion contraire par tous les arguments que lui a fournis sa connaissance complète du pays.

Le grès bigarré affleure encore au nord du bassin crétacé subhaercynien, au nord du Huyberg, à l'ouest de Wiedloch, suivant une petite crête de soulèvement. M. Unger (1), en décrivant un de ces chaînons situé au nord du Harz, d'Immenrode à Hildesheim, a fait voir qu'il était dû à un soulèvement du grès bigarré et de tout le reste de la série secondaire. Les couches plongent en sens inverse de part et d'autre de son axe dirigé au N.-O.

MM. Murchison et J. Morris (2) ont mentionné la couche de pisolithes ferrugineuses (*Rogenstein*) qui, à l'est d'Ilsenburg, forme une zone particulière. Au-dessous ou avant d'atteindre le muschelkalk, se voit un grès peu coloré, souvent jaunâtre, avec des débris de sauriens (*Trematosaurus*, etc.), dont les plus beaux échantillons viennent de Bernberg au nord-est, entre Ballenstedt et Quedlimburg.

Brunswick. Le sel gemme, dit M. de Strombeck (3), a été reconnu aux environs de Brunswick. Le muschelkalk ayant été d'abord atteint à 22$^{m}$,78 au-dessous de la surface du sol, on a traversé ensuite des calcaires et des marnes, du gypse et de l'anhydrite, des argiles bleues et rouges, jusqu'à 165$^{m}$,62, où il n'y avait plus que de

— Voy. aussi : L. Frapolli, Coupe entre le Harz et le Huywald (*Bull.*, 2$^{e}$ sér., vol. IV, p. 727, pl. 5, 1847).

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 497. — *Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. XVII, p. 185, 1843.

(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 446, nov. 1855.

(3) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 304, 1850.

l'anhydrite avec un mélange toujours croissant d'eau salée jusqu'à 213$^m$,33. Enfin le sel gemme a été atteint à 214 mètres, et le forage a été continué jusqu'à 218$^m$,61. Cette découverte a dès lors donné lieu à une exploitation régulière.

Dans le sondage exécuté à Liebenhalle, on a aussi traversé du gypse, de l'anhydrite, des argiles, des grès, jusqu'à 209$^m$,26 (1), où l'on rencontra le sel qui a continué jusqu'à 212$^m$,39. Le chaînon de collines que coupe cette vallée est composé de *Pläner* de *Flammenmergel* (2), de conglomérats de Hils, de lias, de marnes irisées et de muschelkalk. Le grès ne s'y montre que sur une faible étendue.

Après avoir discuté les diverses circonstances dans lesquelles paraît se trouver le sel de ce pays, et en particulier celui de cette dernière localité, M. de Strombeck (3) finit par le considérer comme appartenant aux couches supérieures du grès bigarré. Toutes les sources salées des environs s'échappent du même niveau, placé au-dessous du second groupe et au-dessus du troisième. Elles alimentent les salines de Salzdahlum et de Schönungen, qui se trouvent l'une dans le lias, l'autre dans les marnes irisées. Comme sur ce dernier point le sel gemme a été rencontré dans le grès bigarré, on peut penser que ces sources en proviennent, et non des marnes irisées qu'elles ne feraient que traverser. Il en serait aussi de même pour les eaux salées de la première localité. Dans les collines peu élevées situées au nord-est du Harz, la partie supérieure du grès bigarré renfermerait ainsi une grande quantité de sel gemme, et les recherches doivent être dirigées en conséquence, tandis que, dans les marnes irisées, le muschelkalk et le zechstein, elles n'auraient aucune chance de succès.

Ces conclusions se trouvent cependant infirmées, du moins en partie, par les recherches ultérieures du même savant (4) : ainsi il s'est attaché à faire voir que, d'après l'examen de 15 sources salées, 4 sortaient des couches inférieures des marnes irisées,

---

(1) 734 pieds. Le pied de Brunswick, que nous supposons employé par l'auteur, = 0$^m$,2851.

(2) Voyez, pour l'explication de ces termes, *antè*, vol. V, chap. VII.

(3) *Zeitschr. der Deutsch., geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 304. 1850. — *Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XXII, p. 215.

(4) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, 1855. p. 655. — *Neu. Jahrb.*, 1857, p. 463.

7 du grès bigarré supérieur, 3 des marnes supérieures du premier groupe et une du lias ou de ces mêmes marnes, à cause d'un dérangement local. Sous le point de vue géologique, ces sources auraient leur origine dans deux niveaux distincts, la moitié inférieure des marnes irisées et la partie supérieure du grès bigarré, qui seraient par conséquent aussi les deux gisements de sel gemme du pays. Cette manière de voir serait appuyée par l'existence du gypse qui accompagne le sel de ces deux horizons.

Il ne paraît pas exister une seule source salée dans le muschelkalk du duché de Brunswick, bien que le sel y ait été constaté dans le sud-ouest de l'Allemagne ; mais, comme on a vu que l'étage de l'anhydrite était à peine représenté dans le nord, on comprend que le sel puisse y manquer tout à fait. On ne sait pas d'ailleurs encore si, dans le Brunswick, le sel se trouve dans le grès bigarré au-dessous du calcaire *Rogenstein*, ni plus bas dans le zechstein au-dessous du trias. Le niveau du sel des marnes irisées de cette région correspondrait, dans le Wurtemberg, aux marnes panachées placées sous le grès de Stuttgart (marnes tachées de vert et de rouge, ou *Keuper* de M. Quenstedt), renfermant aussi du gypse. On a vu, d'un autre côté, que le sel gemme, si développé dans la Lorraine, se trouvait à un niveau plus bas, parallèle à l'étage des argiles charbonneuses de la Souabe, de sorte qu'il y aurait dans le seul groupe des marnes irisées, considéré dans des pays différents, deux niveaux très distincts de gypse et de sel gemme. A Grone, non loin de Göttingen, on a atteint, à plus de 400 mètres (1300 pieds) au-dessous de la surface du sol, un banc de sel que l'on suppose appartenir encore aux marnes irisées, le muschelkalk n'ayant pas été rencontré. Il résulte néanmoins de ce qui précède que le trias est toujours la formation qui, toutes proportions gardées, renferme le plus de sel gemme, puisque cette substance s'y montre en quantité notable dans ses trois principaux termes.

Les forages de Stassfurth au sud de Magdebourg, poussés dans le grès bigarré, depuis $57^m,69$ jusqu'à $257^m,92$ (1), quoique très rapprochés les uns des autres, ont présenté des différences très notables dans les couches traversées. L'eau, ramenée des grandes profondeurs, renferme jusqu'à 33,28 pour 100 de matières salines, mais parmi lesquelles le chlorure de sodium n'entre que pour

(1) 980 pieds. Le pied de Magdebourg = $0^m,2836$.

7,15 pour 100, les autres substances étant du sulfate de magnésie (epsomite) et des chlorures de magnésie. Les fragments de la roche salifère indiquent aussi la présence du borax; cette roche dégage, sous le choc ou par le frottement, une odeur bitumineuse, et en se dissolvant dans l'eau fait entendre un petit bruit semblable à celui du sel décrépitant. La boracite compacte, blanc sale ou jaunâtre, paraît former un banc au-dessous de l'anhydrite. On ne l'avait encore trouvée à l'état cristallin que dans le gypse de Luneburg et de Segeberg, dans le Holstein (1).

Dans une note sur la carte géognostique du duché de Brunswick à l'échelle de $\frac{1}{100000}$, publiée par M. de Strombeck (2), nous voyons que le trias de ce pays y est représenté par cinq teintes différentes, dont trois pour le seul groupe des marnes irisées. Celles-ci correspondent aux trois divisions qui sont de haut en bas : 1° dolomies et marnes schisteuses, grès vert sans fossiles; 2° grès supérieur blanc ou jaune, alternant avec des argiles et des veines de charbon; vers le haut est une couche mince d'argile rouge avec des coquilles indéterminées; 3° marnes panachées ou étages des argiles charbonneuses, comprenant : *a* des marnes de diverses couleurs, avec des bancs minces de calcaire fétide et de dolomie, des restes de sauriens et de poissons; *b* un grès argileux et sablonneux, avec des lits de charbon et des empreintes de Myacites. L'épaisseur totale du groupe ainsi constitué est de 270$^m$,84 (950 pieds).

Le muschelkalk est divisé en *supérieur*, avec *Ammonites nodosus*, *Avicula Alberti*; *moyen*, avec *Encrinus liliiformis*, *Terebratula vulgaris*, *Lima striata*; *inférieur*, ou calcaire ondulé (*Wellenkalk*). Ce dernier commence par le calcaire écumeux (*Schaumkalk*, avec *Trigonia curvirostris*, *T. lævigata*, *Turritella scalata*, *Gervillia polyodonta*. La *Gervillia socialis* se trouve dans les trois assises ou sous-étages. La puissance totale du groupe serait de 142$^m$,55 (500 pieds).

Le grès bigarré composé de schistes argileux rouges, de grès blanc, de schistes sablonneux, d'argiles et de calcaires *Rogenstein* sans fossiles, atteint une puissance de 285 mètres (1000 pieds).

Le comte de Münster avait décrit en 1839 le *Sigillaria Stern-*

(1) *Monatsbericht*, etc., de l'Académie de Berlin pour 1847, p. 14. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 12 des *Notices*.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 816.

*bergii* comme provenant de la grauwacke de Magdebourg; mais M. Beyrich (1) a fait voir que ce fossile avait été trouvé dans le grès supérieur d'Altensalza, près de Schöubeck, où se rencontrent aussi de nombreux restes de *Trematosaurus* dans le voisinage de Bernberg. Ce *Sigillaria* paraît avoir beaucoup d'analogie avec les *Caulopteris Voltzii* et *micropeltis*, Schimp. et Moug.

Enfin on a vu qu'à l'est de ce point, dans les collines de Rodersdorf, près de Berlin, de même qu'au nord-ouest dans l'île d'Helgoland, le grès bigarré accompagnait encore les affleurements du muschelkalk.

Observations générales.

On a pu remarquer que nous avions insisté à plusieurs reprises sur la séparation du trias et du lias qui le recouvre, ainsi que sur les caractères, souvent peu nets et peu tranchés, de leurs limites respectives; mais nous nous sommes généralement abstenu de parler avec quelques détails de la séparation du trias ou du grès bigarré qui en forme la base, et du zechstein ou du système permien sous-jacent. Sur les bords de la vallée du Rhin, à la vérité, un grand caractère stratigraphique paraît indiquer avec une certaine précision la limite des deux formations ou des terrains secondaire et paléozoïque, en supposant que le grès des Vosges, avec le grès rouge placé dessous, représente dans cette contrée le système permien; mais en Allemagne, comme on vient de le voir, cette circonstance semble manquer, et la distinction des deux séries, moins prononcée, tend à devenir arbitraire.

Jusque dans ces derniers temps, le zechstein, avec ses roches et ses fossiles particuliers, avait été considéré comme le terme le plus élevé de la grande époque de transition. Au-dessus des dolomies et des *rauchkalk*, commençait le trias ou le grès bigarré : c'étaient les schistes marneux et sableux de M. Credner, lesquels passent quelquefois, par la présence du calcaire, au zechstein sous-jacent. Déjà M. Murchison avait séparé du trias cette portion inférieure, parce que, sans qu'on y trouvât aucun fossile de cette formation, elle renfermait des Calamites plus voisins des espèces paléozoïques que des espèces secondaires, et que, par ses caractères physiques et minéralogiques, elle se liait aussi au zechstein. Mais ces motifs n'auraient pas été suffisants pour réunir cette grande assise, ou mieux cet étage, au système permien, si le même savant n'avait déjà

(1) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 174, 1850.

démontré qu'en Russie et sur de grandes étendues des gouvernements de Perm, d'Orembourg, de Kazan, etc., la flore et la faune permiennes, caractéristiques du zechstein de l'Allemagne, remontaient beaucoup au-dessus de cette même zone dans les grès rouges, les marnes et les conglomérats. Les coupes des dépôts permiens les mieux développés dans le Yorkshire et le Nottinghamshire tendent aussi suivant l'auteur à justifier ce classement.

Depuis lors, MM. Murchison et Morris, dans le mémoire qu'ils ont publié sur les dépôts paléozoïques du Thuringerwald et du Harz (1), ont fait remarquer qu'il n'y avait point de fossiles dans le grès bigarré inférieur de l'Allemagne, et que ceux que l'on connaissait dans ce groupe se trouvaient toujours à peu de distance au-dessous de sa jonction avec le muschelkalk. Ainsi les empreintes de *Chirotherium*, les débris de *Trematôsaurus*, de *Capitosaurus*, de *Metopias*, de *Nothosaurus*, etc., appartiennent à cette zone supérieure, séparée du zechstein par une très grande épaisseur de couches. Ces dernières, dépourvues de restes organiques, peuvent donc être soumises à une discussion quant à leurs vrais rapports stratigraphiques, et il semble qu'il n'y ait pas plus de raisons pour les réunir à la base du trias qu'à la partie supérieure du système permien, les caractères pétrographiques étant négligés à cause de leur peu de valeur.

MM. Murchison et Morris sont donc portés à placer la limite du système permien de l'Allemagne plus haut qu'on ne l'avait fait auparavant, et à réunir à ce dernier tout le grès bigarré inférieur. Ils ne voient même aucun motif pour laisser la séparation où elle avait été posée dans l'origine. Si l'on invoquait en faveur de l'ancienne classification les caractères pétrographiques, on pourrait rappeler qu'il existe des grès tachés de blanc, de rouge et de vert, particulièrement dans la Saxe, aussi bien au-dessus qu'au-dessous du zechstein, et qui font ainsi du système permien une sorte de trias *inférieur* ou *paléozoïque*.

Or celui-ci est partout en Allemagne concordant avec le vrai trias qui vient au-dessus, et dont le groupe calcaire du muschelkalk, ou partie moyenne, se trouve compris entre deux groupes argileux

(1) *On the palæozoic and their associated Rocks of the Thuringerwald and the Harz* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 409, nov. 1855. — *Rep. 24th meet. brit. assoc. at Liverpool*, 1854, p. 87, 1855).

et arénacés. Aucune dislocation, aucune interruption, aucune manifestation de produits ignés, comme dans les roches paléozoïques, ne s'observe à la séparation des deux systèmes, et les couches permiennes les plus élevées, c'est-à-dire placées au-dessus du zechstein, passent insensiblement au grès bigarré inférieur. La masse qui vient ensuite, considérée comme le véritable grès bigarré avec ses lits fossilifères, gypsifères et quelquefois calcarifères, constituerait alors la base naturelle du trias.

Tandis que les fossiles animaux et végétaux répandus dans le trias ainsi composé ont des caractères généraux communs, aucune de ces formes organiques n'a son analogue avec celles de la fin de l'ère paléozoïque (1). Une création entièrement nouvelle, suivant les auteurs, apparaît dans cette première période secondaire. Cette modification profonde de l'organisme n'a été accompagnée par aucun changement sensible dans la sédimentation des strates, dont la régularité parfaite n'a nulle part été troublée par aucun phénomène physique appréciable. M. Murchison croit devoir insister ici sur des conclusions qu'il avait déjà présentées (2), parce que nulle part, dit-il, la concordance des couches paléozoïques supérieures et secondaires inférieures n'est aussi frappante que sur les flancs du Thuringerwald et dans l'espace qui le sépare du Harz, dans cette vaste surface de la Thuringe où l'on a vu si parfaitement développées les grandes ondulations du trias.

Contrairement à ces vues, M. J. Marcou a publié une dissertation dont nous nous bornerons à indiquer ici le titre (3) et sur laquelle nous aurons occasion de revenir.

---

(1) La faune triasique supérieure des Alpes reste nécessairement en dehors de ces considérations.

(2) *The Geology of Russia in Europe*, vol. I, p. 582, 1835. — *Siluria*, 1re édit., p. 464, 1854. — 3e édit., p. 346, 1859. — D'Archiac. *Note sur la 3e édit. de Siluria* (*Bull.*, 2e sér., vol. XVI, p. 462, 1859).

(3) *Dyas et trias ou le Nouveau grès rouge en Europe, dans l'Amérique du Nord et dans l'Inde*. Zurich, 1er février 1859.

### APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE DES § 1, 2 ET 3.

Credner. — *Karte der Gegend von Schmalkalden* (*Neu. Jahrb.*, 1841, pl. 6). Principautés d'Hildburghausen, de Schwarzbourg, etc.

W. Leo. — *Geognostische Monographie*, etc. Monographie géognostique de la principauté de Schwarzbourg-Rudolstadt. Hildburghausen. 1843, avec une carte du Thuringerwald oriental.

C.-F. Danz et C.-F. Fuchs.— *Physich.-Medic. Topogr. der Kreises Schmalkalden*. Topographie physico-médicale du cercle de Schmalkalden, in-8° avec carte et coupes. Marbourg, 1848.

Credner.— Sur les rapports géognostiques qui existent entre Schmalkalden et Friedrichrode (Hesse-Cassel) (*Neu. Jahrb.* — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 1, pl. 1, carte et coupes, 1842).

Berger. — *Die Versteinerungen im Röth von Hildburghausen* (*Neu. Jahrb.*, 1859, p. 168, pl. 3, fig. 1-14). Ce sont : *Gervillia socialis*, var., *Myophoria Goldfussi*, *Modiola Credneri*, *Myoconcha Goldfussi*, Dunk. (*Modiola Thielaui*, Stromb..), *Pecten Albertii*, *Myacites Albertii*, Voltz, *Natica Gaillardoti*, empreinte d'Ammonite, *Serpula spirorbis*, des débris de sauriens, *Rhizocorallium jenense*, Zenk. L'auteur figure en outre le *Pecten pusillus* et la *Modiola Credneri*.

R. Ludwig.— *Karte von dem Grossherzogthums Hessen*. 3 feuilles. Darmstadt, 1856-57.

De Hoff. — *Hæhen-Messung einiger Orte und Berge*, etc. Mesures barométriques des hauteurs de quelques points entre Gotha et Cobourg, in-f°, 28 pl. et coupes coloriées. Gotha, 1828. Saxe et Thuringe.

Wackenroder. — *Beiträge zur Kenntniss des Thuringischen Flötzgebirges*, 1836.

Zenker. — *Die geognostischen Verhältnisse des Saal-Thales bei Iena* (*Protogæa jenensis im histor. topograph. Taschenbuch von Iena*, 1836, p. 187).

Reich. — *Kurze Uebersicht*, etc. Coup d'œil sur les feuilles 10 et 15 de la Carte géognostique du royaume de Saxe et des pays voisins (voy. *Bull.*, 1re sér., vol. IX, p. 108 et 347, 1838).

Credner. — *Karte der Gegend von Gotha* (*Neu. Jahrb.*, 1839, pl. 6).

Id. — *Geognostische Bemerkungen über die von Ilmenau* (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 129, pl. 1 et 2, carte et coupes).

Id. — *Das relative Alter des Sandsteins*, etc. Sur l'âge relatif des grès (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 505).

Id. — *Karte der Gegend von Eisfeld am Thüringerwalde* (*Neu. Jahrb.*. 1841, pl. 9).

Id. — *Karte des Thuringenwaldes* (partie nord-ouest). Gotha, 1846.

Id. — *Karte der Gegend von Ilmenau am Thuringerwald* (*Neu. Jahrb.*, 1847, pl. 1).

Id. — *Karte der Gegend von Eisnach* (*Neu. Jahrb.*, 1842, pl. 1).

Id. — *Uebersicht der geognostischen Verhältnisse Thüringens und des Harzes.* Iéna, 1843.

Id. — Sur le muschelkalk de la Thuringe (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 314) dans ses rapports avec le mémoire de MM. Schmid et Schleiden, *Die geognost. Verhältnisse des Saal-Thales bei Iena.* L'auteur cite les espèces des principales assises du muschelkalk des environs d'Iéna, de Gotha, d'Arnstadt et de la partie nord du Wurtemberg.

Id. — Altitudes du pays entre Arnstadt et Gotha, et description du trias de cette région (*Neu. Jahrb.*, 1839, 4e cahier. — *Bull.*, 1re sér., vol. XI, p. 17, 1839).

Id. — *Geognostische Karte des Thuringerwaldes.* Carte géognostique du Thuringerwald avec une explication et une planche de coupes. Gotha, 1847. — *Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XXII, p. 300, 1848. — *Arch. des sc. natur. de Genève*, 1849, p. 65). — *Id.*, en 2 feuilles, Gotha, 1854.

Naumann. — *Gæa von Sachsen.* Dresde et Leipzig, 1843. Cet ouvrage renferme un chapitre de M. Geinitz sur les fossiles du muschelkalk.

C.-F. Naumann. — *Geognostische Beschreibung des Kœnigreichs Sachsen*, etc. Description géognostique du royaume de Saxe et des contrées voisines, 5 vol. in-8° avec 6 pl. de coupes, 1845.

C.-F. Naumann et B. Cotta. — Notice sur la carte géologique de la Saxe (*Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. XXII, p. 294, 1848).

B. Cotta. — Lettre sur le grès bigarré d'Iéna et le muschelkalk de la Thuringe (*Neu. Jahrb.*, 1842, n° 2).

E. Schmid et J. Schleiden. — *Die geognost. Verhältn. des Saal Thales bei Iena.* Rapports géognostiques de la vallée de la Saale, près d'Iéna, 76 p. avec carte et 4 pl., 1846.

E. Schmid. — *Ueber den Saurier-Kalk von Iena und Esperstädt* (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 911). L'étage de l'anhydrite de ces localités présente un intérêt tout particulier.

Id. — *Die organische Reste des Muschelkalks im Saal-Thale bei Iena* (*Ibid.*, 1853, p. 9).

Lutteroth. — *Orographische-geognostische Skizze*, etc. Description orographique et géognostique des environs de Mülhausen, gr. in-8° avec 2 pl. et 1 carte. Halle, 1848.

C.-J. Andrac. — *Geognostische Karte der Umgegend von Halle*, in-f°. — *Erläuter. Text zur geognost. Karte von Halle*, in-8°. Halle, 1850.

R. Richter. — *Gäa von Saalfeld* (*Einladungs-Programm*, etc., in-4°, 1853). (*Neu. Jahrb.*, 1853, p. 614). L'auteur décrit la série des formations de cette localité, depuis le muschelkalk inférieur jusqu'à la grauwacke ou système silurien.

Id. — *Beiträge zur Palæontologie des Thuringerwaldes*, avec carte géologique et pl. de fossiles.

B. Cotta. — *Ueber Thierfährten im Bunten-Sandstein*, 1839. Paléontologie.

Ch. Koch et Ern. Schmid. — *Die Fährten-Abdrucke*, etc. Sur les empreintes de pieds d'animaux dans le grès bigarré des environs d'Iéna, in-4°, 4 pl. Iéna, 1841.

C.-G. Giebel. — *Ueber die Fische im Muschelkalk von Esperstädt* (Thuringe). (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 149, 1 pl. — *Arch. des sc. natur. de Genève*, vol. IX, p. 77, 1848.)

Beyrich. — *Einige organische Reste der Lettenkohle-Bildung in Thüringen* (*Deutsch. geol. Zeitschr.*, vol. II, p. 153, pl. 6, 1850).

H. von Meyer. — *Fossile Fisch aus dem Muschelkalk von Iena, Querfurt und Esperstädt.* (*Dunk. u. Mey. Palæont.*, vol. I, p. 195, pl. 31-33.) Ce sont 2 *Placodus*, 1 *Thelodus*, 2 *Saurichthys*, 1 *Charitodon*, 1 *Sygopterus* et 1 espèce indéterminée (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 246).

Id. — Sur le *Saurichthys tenuirostris* du muschelkalk d'Iéna (*Neu. Jahrb.*, 1851, p. 679).

Id. — *Labyrinthodonten aus dem Bunten-Sandstein von Bernburg* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. X, p. 221, pl. 24, 1858. — *Neu. Jahrb.*, 1855, p. 555, et 1859, p. 90).

H. Credner. — *Ueber die Gervillien des Trias Formation in Thüringen* (*Neu. Jahrb.*, 1851, p. 641, pl. 6). Ce sont les *Gervillia socialis* (*Avicula*, id. *auct.*), *G. subcostata* (*Avicula*, id., Gold.), *G. substriata*, nov. sp., *G. polyodonta* (*Pterinea*, id., Stromb.), *G. Alberti*, nov. sp.

Giebel. — Sur les poissons du grès bigarré des environs de Bernburg (*Zeitschr. für gesammt. Naturwiss.*, etc., in Halle, vol. I, p. 30, pl. 1, 1853).

Id. — Sur les pétrifications du muschelkalk d'Iéna (*ibid.*, p. 119).

Burmeister et Hermann. — *Die Labyrinthodonten aus dem Bunten Sandstein von Bernburg* (*Zoologisch. Gesch.*, etc., *erste Abtheil.*).

C. Chop. — *Neue Mittheilungen über die zähne und Fisch-Reste aus dem Schlotheimer Keuper* (*Zeitsch. f. d. Gesammt. Naturwiss.*, 1857, p. 127, pl. 4. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 615). L'auteur cite : *Nothosaurus Cuvieri*, *N. Picardi*, *Amblypterus decipiens*, *Saurichthys Mougeoti*, *Hybodus tenuis*, *H. plicatilis*, *H. obliquus*, *H. Thüringiæ*, *Acrodus Gaillardoti*, *Gyrodus Picardi*.

Id. — *Versteinerungen im Sondershäuser Muschelkalk* (*Zeitschr. für die gesamm. Naturwiss. von Giebel und Heintz.*, in-8°. Berlin, 2ᵉ année, 1854, p. 53).

K.-V. Seebach. — *Entomostracen aus der trias Thüringen* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IX, p. 198, pl. 8, 1857. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 622). Ostracodes des marnes irisées, *Bairdia pirus*, *B. procera*, *B. teres* et *Cytherea dispar*, associées à d'autres fossiles dans une marne au-dessous des argiles charbonneuses de Gelmerodaer-Berg,

près Weimar. — Ostracodes du muschelkalk. *Bairdia*, au-dessus et au-dessous du banc supérieur à Térébratules.—Pocilopodes: une espèce du genre Halycine (*H. plana*) a été trouvée dans une marne du grès charbonneux au-dessus de la couche à Ostracodes de Gelmerodaer.

Hesse-Électorale et provinces voisines.

G. Würtemberger.—*Ueber das Vorkommen von Geröllen mit Eindrücken in untern Bunten Sandstein zu Frankenberg in Kurhessen* (*Neu. Jahrb.*, 1859, p. 153).

C.-J. Gutberlet. — *Beiträge zur mineral. Topographie von Kurhessen.* Matériaux pour servir à la topographie minéralogique de la Hesse-Électorale (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 15).

L. Ludwig. — *Geognost. Beobachtungen in der Gegend zwischen Giessen*, *Fulda*, etc., avec 2 cartes in-8. Darmstadt.

Genth. — Fossiles du muschelkalk des environs de Schluchtern, au nord-est de Hanau (*Neu. Jahrb.*, 1842, n° 2).

A. von Klipstein. — *Geognost. Darstellung des Grossherzogth. Hessen des K. Preuss Wetzlar*, etc., in-4°, avec cartes, coupes et vignettes sur bois. Francfort-sur-le-Mein, 1852? (Voy. *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 976).

Hanovre.

Hausmann. — *Ueber eine Pseudomorphose im Muschelkalk der Wesergegend*, etc. Sur une pseudomorphose du sel marin dans le muschelkalk des bords du Weser (*Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XXI, p. 494, 1847).

Goswin von Dolffs. — *Die Salzwerk am Teutsburger Waldgebirge*, etc. Description technologique et géologique des salines du Teutoburgerwald, appelées Gottesgabe et Rothenfelde, in-8°. Berlin, 1829.

Castendyck. — *Geognostische Skizze am dem norwestliche Deutschland.* (Voy. *Neu. Jahrb.*, 1853, p. 30.) L'auteur traite en peu de mots des diverses formations du Teutoburgerwald et en particulier des environs d'Ibbenbühren.

J.-F.-L. Haussmann. — *Vorkommen des Dolomite am Hainberge bei Göttingen* (*Gotting. Nachricht. Jahrg.* 1853, p. 177).

V. Dechen. — *Geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen*, 1859.

Région sub-hercynienne.

Schuster. — *Karte der Umgegend von Goslar am Harz* (*Neu. Jahrb.*, 1835, p. 127, 157 et 328), accompagnant une description géologique très détaillée de ce pays.

Brofe. — *Geognostisches Bild des Harzes*, d'après Hoffmann, Julius et Berghaus, 1 f. Brunswick, 1836.

W. Werner. — *Karte des Harzgebirges topograph. geologisch. mineralogisch und historich.*, 1 feuille. Magdebourg, 1843.

J.-F. Hausmann. — *Ueber die Bildung der Harz.* Sur la formation du Harz, in-4°. Göttingen, 1842.

C.-G. Giebel. — Sur les gypses du muschelkalk, les dolomies, etc., du versant nord de Harz (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 57).

Id. — *De geognostica septentrionalis Hercyniæ fastigii constitutione*, in-8°. Halis, 1848?

Fr. Ulrich. — *Beiträg zur geognostischen Kenntniss der Umgegend*

*von Goslar* (*Jahresb. des Naturwiss. Vereins in Halle*. Berlin, 1851, 4ᵉ année, p. 306, avec 1 pl., 1852). — *Geognostische Entdeckungen in der Gegend um Goslar* (*Bericht üb. d. General-Versamml. des Clausthaler Vereins Moja*. Goslar, 1852).

Beyrich. — *Versteinerungen in der Trias Nördlich vom Harze* (*Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IX, p. 376, 1857).

Hoffmann. — Carte des environs de Lunebourg (*Ann. d. Chem.* de Gilbert, vol. LXXVI, 1824). Brunswick. Environs de Magdebourg, de Lunebourg, etc.

A. de Strombeck. — Sur les fossiles de Schafweide, près de Lunebourg et de quelques localités des environs de Schöningen (*Neu. Jahrb.*, 1859, p. 383).

Id. — *Ueber das bei Schoningen erbohrte Steinsalz*, etc. Sur le sel gemme atteint par un sondage à Schoningen (*Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. XXII, p. 215, 1848).

W. Lachmann. — *Physiographie des Herzogthums Braunschweig*, in-8°. Brunswick, 1852. — 2ᵉ partie, *Geognosie der Herzogthums Braunschweig und der Harz-Gebirges* (Orographie, hydrographie, géognosie et géogénie), avec carte et profils.

C.-J. Gutberlet. — *Die Pseudomorphosen*, etc. Les pseudomorphoses du sel gemme dans leurs rapports géognostiques et géologiques (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 513).

G.-B. Karsten. — *Ueber die gegenseitigen Beziehungen*, etc. Sur les rapports réciproques qui existent entre l'anhydrite, le sel gemme et la dolomie dans leur état naturel (*Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. XXII, p. 375, 1848. — *Berichte d. Akad. d. Wissens. zu Berlin*, 1848, p. 129. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 596. — *L'Institut*, 1848, p. 367).

Id. — *Ueber das Vorkommen*, etc. Sur le gisement et l'exploitation du sel gemme, in-8°. Berlin, 1846.

Id. — *Die Steinsalzablagerung bey Stassfurth*, etc. Des dépôts de sel gemme à Stassfurth et de l'existence de la boracite dans ces couches (*Berichte d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, 1847, p. 14.—*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 12, 1848).

Id. — *Ueber die Verhaeltnisse*, etc. Des conditions sous lesquelles les masses de gypse de Lunebourg, de Segeberg et de Labtheen affleurent à la surface (*Arch. für Min. von Karsten und von Dechen*, vol. XXII, p. 578, 1848. — *Berichte d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, 1848, p. 130. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 19, des *Notices*, 1849).

F. de Kobell. — *Geognostische Verhältnisse des S.-W. Holsteins*, etc. Structure géologique de la partie sud-ouest du Holstein, d'après des sondages artésiens, avec planches (*Berichte ueber die Versamml. Deutsch. Naturforsch.*, p. 273. Kiel, 1847).

Holger. — Fossiles du muschelkalk des environs de Lunebourg (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 819). *Myophoria pespelicani*, *Acrodus Gaillardoti*. Un calcaire subordonné aux marnes irisées a présenté la *Myophoria vulgaris*, la *M. curvirostris* et le *Pecten discites*.

G.-H.-O. Volger. — *Ueber die geognostischen Verhältnisse von Helgoland, Luneburg, Segeberg, Läggedorf und Elmshorn (Holstein) und Schwarzebeck (Lauenburg)*, in-8°, avec 3 planches coloriées. Brunswick, 1846.

Id. — *Beiträge zur geognostischen Kenntniss*, etc. Description géologique du Holstein et d'une partie de Lauenburg. Göttingen, 1846.

Roth. — Muschelkalk des environs de Lunebourg (*Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. XI, p. 4, 1857).

Ewald. — *Das Hackelgebirge in der Provinz Sachsen* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IX, p. 175, 1857. — *Neu. Jahrb.*, 1859, p. 90). Grès bigarré et muschelkalk entre Magdebourg et le Harz, le Huyberg, etc.

J. Potyka.— *Ueber den Borazit von Luneburg und den Stassfurth.* (*Ann. d. Phys. und Chem. von Poggendorff*, vol. CVII, p. 433, 1859).

Paléontologie générale. Beyrich. — *Encrinus gracilis von Oder-Muschelkalk* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. X, p. 91, 1858. — (*Neu. Jahrb.*, 1859, p. 70).

Id. — *Ammoniten des Unteren Muschelkalks* (*ibid.*, p. 208, pl. 4. — *Ibid.*, p. 70).

L. de Buch. — *Ueber die Ceratiten die sich in der Muschelkalk-Formation befinden.* Sur les Cératites du muschelkalk (*Berichte d. Akad. de Wissensch. z. Berlin*, 1848, p. 70. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 510. — *Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. XXII, p. 644, 1848.—*L'Institut*, 1848, p. 226).

Id. — *Ueber Ceratiten*, in-4°, avec 7 pl. Berlin, 1849.

H. von Meyer. — *Die Saurier des Muschelkalks*, etc. Les sauriens du muschelkalk, suivis de considérations sur ceux du grès bigarré et des marnes irisées (*Palæontographia von W. Dunker und H. von Meyer*, in-fol. Francfort, 1847. — *Zur Fauna der Vorwelt*, 2e partie. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 40 des *Notices*, 1848).—*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 181. — *Ibid.*, p. 454, Sauriens du muschelkalk de la haute Silésie, *Mastodonsaurus vaslenensis* du grès bigarré de Vasselone (Bas-Rhin).— *Ibid.*, 1848, *id.*, et fossiles du muschelkalk d'Iéna, par E. Schmid.

Id. — *System der fossilen Saurier*, etc. Énumération des genres et des espèces de sauriens secondaires de l'Allemagne, depuis le muschelkalk jusqu'à la craie (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 278).

Beyrich. — *Korallen und Schwämme im Muschelkak* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IV, p. 216, 1852).

V. Schauroth. — *Lepidodendron-ahnliche Pflanzen an der Keuper-Lias-Grenze* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IV, p. 244, 1852).

Fr. Unger. — *Die Pflanzen-Welt der Jetzeit in ihrer historischen Badentung* (*Denkschr. der mathem.-naturwiss. Classe d. k. k. Akad. d. Wissensch.*, vol. III, 1851).

Geinitz. — Sur la présence de poissons et de reptiles sauriens dans le muschelkalk de quelques localités (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 568).

H. von Meyer. — *Ueber die Fusse*, etc. Sur les pattes du *Pemphix Sueurii* (*Neu. Jahrb.*, 1842, n° 3).

Ewald. — Posidonomyes du grès bigarré (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. X, p. 229, 1858).

Beyrich. — Sur les Ammonites du muschelkalk inférieur de Rudersdorf (*Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. X, p. 208-214, pl. 4, 1859). — *Ibid.*, vol. XI, p. 3).

J.-F. John. — *Bemerkungen über eine bivalve des Muschelkalk welche Fälschlich* Avicula *genannt Wird.* (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 442, pl. 3 *a*, fig. 5). Ce fossile est de Rudersdorf.

Beyrich. — *Ueber die Crinoiden des Muschelkalks* (*Abhandl. der k. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, p. 761, 2 pl., 1857. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 762).

Le genre *Encrinus* comprend les *Chelocrinus* et les *Dadocrinus*, H. de Mey.

A. 1, *Encrinus liliiformis*, Lam. (*E. moniliformis*, auct.).

B. (*Chelocrinus*), 2, *E. Carnalli*, Beyr., *Zeitschr.*, etc., 1856. (*Neu. Jahrb.*, 1856, p. 32, pl. 1). Calcaire écumeux de Rudersdorf.

3, *E. Schlotheimi*, Quenst., 1835 (*Chel.*, id., Mey.).

C. (*Dadocrinus*). 4, *E. aculeatus*, Mey. (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 576. — *Paleontographia*, vol. I, p. 262, pl. 32. *id.*, Beyr.

5, *E. Brahli*, Overw., *Zeitschr.*, etc., vol. II, 1850, p. 6. Rudersdorf.

6, *E. gracilis*, de Buch (*Monatsber. d. Berlin Akad.*, 1845, p. 27. — *Dadocrinus*, id., Mey.), Recoaro, Charzow (Silésie), Aspenstedt, Harz.

*Clathocrinus digitatus*, Mey. (*Paleont.*, vol. I, pl. 32, fig. 2, 3). Silésie.

*Melocrinus triasicus*, Schaur. (*Sitzungb. d. Wien Akad.*, vol. XVII, p. 500, 1855). Recoaro.

*Entrochus Silesianus*, Beyr. (Quenst., *Wiegm. Arch.*, 1835, pl. 4, fig. 2). Kamin, Beuthen.

*Entrochus dubius*, Beyr. (Quenst., *ibid.*, pl. 4, *Chelocrinus acutangulus*, Mey.). Gotha et Silésie supérieure.

§ 4. — Silésie supérieure et Pologne méridionale.

Observations et dispositions générales.

A l'est de la partie de l'Allemagne centrale et septentrionale dont nous avons parlé dans les sections précédentes, dans tout le système montagneux situé en Saxe et en Silésie entre l'Elbe et l'Oder, aucun représentant de la période triasique ne semble exister. Ce n'est qu'au delà de ce dernier fleuve, entre sa rive droite et la rive gauche de la Vistule, que le trias reparaît pour occuper deux petites régions : l'une s'étendant de l'O. à l'E., des environs de Kosel sur la première de ces rivières à Cracovie sur la seconde, l'autre formant au nord-est une zone plus ou moins large autour de la portion occidentale du massif de transition de Sandomir à Kielce. Elles sont séparées par des dépôts crétacés et jurassiques décrits précédemment (vol. V, p. 324, et VII, p. 547).

L'étendue superficielle et les contours de ces régions triasiques sont d'ailleurs très différemment exprimés sur les diverses cartes géologiques que nous connaissons. Sur celle de la Silésie par Weiland (1), qui comprend seulement la première de ces régions, elle est en partie représentée sous la dénomination de *calcaire avec blende et calamine*, et renferme aussi la craie d'Oppeln. Descendant au-dessous de cette ville jusqu'à Schurgast pour remonter au nord jusqu'à Krappitz, elle se dirige ensuite à l'est vers Tarnowitz et Beuthen, où elle se termine contre les roches carbonifères, jurassiques et crétacées.

Au-dessus de la formation houillère, dit G. Pusch (2), manquent en Pologne tous les dépôts, jusqu'à celui qu'on désigne sous le nom de calcaire secondaire métallifère, lequel a donné une certaine célébrité à la localité d'Olkusz, à cause de ses gisements plombifères, de même qu'à Tarnowitz en Silésie. La calamine que renferme cette roche fournit aussi une très grande quantité de zinc, et elle n'est pas moins riche en fer de bonne qualité. Ce calcaire s'étend de l'Oder supérieur à Olkusz et à Krzeszowice, en se rattachant ainsi à la zone carbonifère. Vers le bas de ce dépôt, est un calcaire compacte, coquillier, gris et jaunâtre (roche du mur, *Sohlgestein*) formant le mur des bancs plombifères, tandis que la partie supé-

(1) Une feuille. Weimar, 1823.
(2) *Esquisse géognostique du milieu de la Pologne*, par G. Pusch (*Slawiana*, Journal de Varsovie, vol. I); *Journal de géologie*, par Boué, Jobert et Rozet, vol. II, p. 220, 1830.

rieure (roche du toit, *Dachgestein*) est un calcaire ferrugineux, grenu, poreux ou celluleux, jaunâtre et brunâtre, magnésien, avec un peu de calamine. Ces roches, dont les rapports géologiques sont plus distincts en Pologne qu'en Silésie, y sont aussi plus riches. Prises d'abord pour le zechstein, la présence du *Plagiostoma striata*, de l'*Avicula socialis*, des *Myacites musculoides*, *mactroides* et *elongatus*, n'a pas fait hésiter l'auteur à les placer au niveau du muschelkalk. Les marnes irisées paraissent manquer au-dessus, ainsi que le lias, de sorte que les calcaires jurassiques leur succèdent immédiatement.

G. Pusch donne beaucoup plus de détails sur le massif des montagnes de Sandomir, qui constituent la seconde région dont nous avons parlé. Entre le Pilica et la Vistule moyenne, dit-il, depuis les environs de Przedborz jusqu'à Sandomir, s'élève une petite chaîne montagneuse composée de plusieurs crêtes parallèles dont la plus haute, appelée le Lysagora, du nom de la mine qui en est le plus proche, non loin de Saint-Krzyz et de Sainte-Katharina, atteint près de 2000 pieds au-dessus de la mer. Cette chaîne moyenne ou métallifère de Sandomir comprend des calcaires, des quartzites et des schistes du terrain de transition. Au-dessus vient, en stratification discordante, un grès rouge, à grain fin ou moyen, alternant avec quelques grès blancs, des argiles schisteuses rouges et divers conglomérats. On y observe des empreintes végétales, mais point de fossiles animaux ni de minerais. La partie inférieure est rapportée au *rothe todte Liegende*, la plus élevée au grès bigarré, le zechstein étant supposé manquer entre eux.

Le grès bigarré, tel que l'auteur le comprend, avec ses marnes ou argiles schisteuses rouges, passe vers le haut à des calcaires oolithiques et à des conglomérats calcaires de diverses couleurs qui font eux-mêmes le passage au muschelkalk supérieur. Sur la pente nord de la chaîne, ce dernier ne constitue qu'une assise peu épaisse, discontinue et s'étendant des environs de Raoszyce par Mniow, les forêts de Samsonow, Bzin, etc., jusqu'à Kossowice et à Opatow. Sur la pente sud, au contraire, il est beaucoup plus développé, recouvre le grès rouge près de Lapuszno, Ruda, etc. Au delà de Pickoszow, non loin de Wloszczowa, commence une crête de muschelkalk, se continuant au sud-est pour occuper l'espace entre Morawica et Chomentow et cesser près de Pierzchnica.

Le calcaire est compacte, gris et jaune, semblable à la roche métallifère du sud, désignée sous le nom de *Sohlgestein*; celle qui

est analogue au *Dachgestein*, ou roche du toit, est moins fréquente. Les strates réguliers sont presque toujours horizontaux ou largement infléchis, tandis que de Mologoscz à Pierzchdionica ils sont redressés et plongent de 40° à 70° au S.-O. Les fossiles de ce calcaire sont, dit l'auteur, les mêmes que ceux de la Pologne méridionale; cependant on y trouverait de plus le *Belemnites paxillosus* (1), quelques Térébratules et souvent le *Pecten discites*. Le groupe n'est point ici métallifère, et n'offre que des traces de galène et de calamine.

Ce système de couches est surmonté, dans le versant nord des montagnes métallifères de Sandomir, par un ensemble de grès fort épais que Pusch appelle *grès blanc*, et qu'il partage en deux assises. L'inférieure est composée de grès marneux blanc, très fin, de grès schisteux, d'argiles également schisteuses et d'autres roches sablonneuses, calcarifères, noires, avec des bancs de fer carbonaté lithoïde et des lits de houille piciforme feuilletée, de 3 à 25 pouces d'épaisseur. Généralement horizontales, ces couches deviennent sub-verticales aux environs de Kunow. L'assise supérieure est un grès fin, blanc, rarement coloré, passant quelquefois au quartzite. Il alterne avec des couches épaisses de marne argileuse bleue, grise ou rougeâtre, etc. Quelques calcaires y sont subordonnés çà et là. Les bancs ferrugineux sont les plus importants de toute la Pologne, et leurs minerais alimentent les nombreux hauts fourneaux du district de Sandomir. Le minerai, qui rend 30 pour 100, pourrait produire actuellement 560000 quintaux de fer. Il comprend d'ailleurs plusieurs variétés, telles que le fer hydraté compacte et fibreux, le fer oxydé rouge, le fer oolithique, etc., avec du manganèse. Ce mélange forme des bancs vers la jonction du grès blanc et du muschelkalk à Suchedniow et à Blisyn. Le minerai le plus abondant est le fer carbonaté lithoïde compacte, argileux, concrétionné, sphéroïdal ou en plaquettes (*Plaskuraruda*). Les lits, de 2 à 8 pouces d'épaisseur, sont enveloppés d'argiles marneuses. Le fer carbonaté se change rapidement en fer argileux au contact de l'air et de l'eau. Les fossiles très rares sont restés indéterminés.

Il est assez singulier qu'avec ces caractères et sa superposition immédiate au muschelkalk cette série argileuse et arénacée ait été

(1) Il est probable que Pusch aura reconnu plus tard que la citation de ce fossile provenait de quelque erreur, car elle ne se trouve pas reproduite dans le grand ouvrage qu'il a publié depuis.

rapportée par Pusch plutôt au grès du lias, qu'il savait ne pas exister dans le pays, qu'aux marnes irisées qu'elle semblait représenter plus naturellement.

Sur la carte de l'Europe centrale de M. de Dechen (1), la région triasique de la haute Silésie commence seulement sur les rives de l'Oder à Krappitz, et s'étend vers l'E. par Tarnowitz jusque non loin de Cracovie. Ses contours, très sinueux et découpés, accompagnent ceux des dépôts carbonifères qu'ils circonscrivent. Sauf un très petit lambeau situé près de l'Oder et qui serait du grès bigarré, toute la région est représentée comme appartenant au muschelkalk. **Cartes diverses.**

Cette disposition est reproduite sur la carte géologique générale de l'empire d'Autriche; mais le muschelkalk s'y prolonge jusqu'à Cracovie, et comprend par conséquent les calcaires blancs jurassiques des environs de cette ville (*antè*, vol. VII, p. 550) (2). Dans la région nord-est, celle de Kielce, une étendue assez considérable de grès bigarré recouvre au nord le terrain de transition, et est séparée des dépôts jurassiques par une bande fort étroite de muschelkalk. Ce dernier, beaucoup plus développé au sud-ouest du même massif, est également bordé par une zone jurassique, puis par une autre crétacée.

La carte géologique de M. de Helmersen (3), quoiqu'à une très petite échelle, offre la même disposition. Celle de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling (4) présente aussi dans la première région une disposition analogue à la précédente; mais dans la seconde la plus grande partie du trias se trouve comprise dans le système permien des auteurs qui ne laissent plus au trias qu'une portion du muschelkalk au sud de Kielce. Sur la carte générale de l'Europe de MM. Murchison et Nicol (5), le trias reprend au contraire toute l'importance qu'il avait dans celle de M. de Dechen. Sur la carte d'A. Dumont (6), qui est plus détaillée, quoique sensiblement

---

(1) Berlin, 1 feuille, 1839.

(2) *Geognost. Karte des Oesterr.-Kaiserstates*, 1845. — Réduction par J. Sheda, 1 f., 1847.

(3) *Annuaire du journ. des mines de Russie*, année 1841, traduction française, vol. VIII, pl. 6, 1844. — *Uebersichts-Karte*, etc. 1 feuille. Saint-Pétersbourg, 1840.

(4) *Geology of Russia in Europe*, 1845.

(5) 4 feuilles, Londres, Édimbourg, 1856.

(6) 4 feuilles, 1856. — Voy. aussi : Becker, Carte du pays au nord-est de Cracovie (*Ueber die Flötsgebirge im sudlichen Polen*,

à la même échelle, on trouve une disposition analogue. De plus, l'auteur a indiqué, au nord de la zone principale de la première région, celle de la haute Silésie, dans le bassin supérieur de la Malopane et de la Prosna, un certain nombre de lambeaux triasiques surgissant au milieu des dépôts jurassiques.

Sur la *Carte géologique de la Russie d'Europe* jointe au travail de M. J. Guillemin (1) on observe une distribution entièrement différente des précédentes, mais nous ignorons d'après quels documents l'auteur a fait ces changements. Toute la zone qui circonscrit au nord, à l'ouest et au sud le terrain de transition de Kielce est marquée comme *trias*. Celui-ci occupe la rive droite de la Vistule, au-dessus et au-dessous de la ville de Cracovie, surface indiquée sur les autres cartes comme jurassique. Au nord des dépôts carbonifères de Granica est le lambeau triasique d'Olkusz, et au nord-ouest celui de Beuthen se prolongeant jusqu'au chemin de fer d'Oppeln et se terminant avant d'atteindre l'Oder.

Descriptions particulières.

La Silésie, disait en 1840 M. Callon (2), est le pays de l'Europe qui produit le plus de zinc par suite de la richesse de ses gisements de calamine. Ils s'étendent du S.-O. au N.-E., sans interruption, sur une longueur de 14 kilomètres et une largeur de 8; mais la présence du minerai n'a pas été constatée dans toute l'étendue de cette dernière dimension. Il y a en outre deux autres portions isolées, et les gisements se prolongent en Pologne. De même qu'à Huy et à la Vieille-Montagne, en Belgique, la galène s'y trouve associée, ainsi qu'un calcaire magnésien. Mais les gisements, au lieu d'appartenir au calcaire carbonifère, reposeraient ici, d'après l'auteur, sur le muschelkalk. On observe de bas en haut les assises suivantes :

1° Calcaire un peu argileux, servant de mur au gîte métallifère, en couches horizontales, et qui, par ses fossiles, doit être rapporté

---

1830). — D'Oeynhausen, Carte de la haute Silésie (*Versuch. geogn. Beschreib. Ober-Schlesien*, 4 f., 1822. — Zobel et de Carnall, Carte du pays de Glatz et d'une partie de la Silésie supérieure (*Arch. fur Miner. von Karsten*, vol. III, pl. 1).—De Carnall, Tableau géognostique de la Silésie supérieure (*Bergmann-Taschenb.*, 1844, p. 100). — Singer, Sur les rapports géol. de la Silésie supérieure (*Ueber d. Arb. d. Schles. Ges. f. Vaterl. Kultur*, 1843. Breslau, 1844, p. 94).

(1) *Exploration minéralogique dans la Russie d'Europe*, in-8°. Paris, 1859.

(2) *Ann. des mines*, vol. XVII, p. 45, 1840.

du muschelkalk. Son épaisseur est inconnue; sa surface supérieure est ondulée, et il repose probablement sur la formation houillère.

2° Dolomie, en relation intime avec la galène, la calamine et le fer hydraté, et offrant des teintes variées bleuâtres, jaunâtres ou jaune d'ocre. La galène y est souvent disséminée en veines ramifiées. Le gisement de plomb et celui de zinc sont cependant distincts, et ne passent point l'un à l'autre. Pris dans son ensemble, celui de calamine est un amas très irrégulier, dont l'épaisseur est tantôt de 12 à 18 mètres, et tantôt se réduit à rien. Il est au contact du calcaire du muschelkalk, et recouvert soit par la dolomie, soit par des couches argileuses et sableuses. Il se trouve aussi au milieu de la dolomie elle-même, dans laquelle il se ramifie. La roche principale du gisement est une substance argileuse très blanche, ou bien colorée en jaune et en rouge. Elle n'est point plastique et ressemble à l'halloysite. Une autre substance minérale, attribuée à une action chimique, est le *Talkstein*. On distingue en outre la calamine blanche, généralement en rognons, en plaques ou en veines, dans la matière argileuse, de la calamine rouge de structure variée, moins compacte et dont le gisement est au-dessus.

3° Calcaire présumé jurassique, recouvrant la dolomie métallifère seulement au nord-ouest.

4° Sol superficiel de la contrée, composé de couches d'argile et de sable alternantes, de 20 mètres d'épaisseur maximum et de 10 à 12 en moyenne.

L'auteur regarde les dépôts métallifères comme contemporains de la dolomie, qui serait un sédiment d'origine chimique, et dont la production aurait par conséquent la même origine que les filons.

Le muschelkalk, dit M. de Carnall (1), occupe une étendue considérable dans la Silésie supérieure et le sud de la Pologne jusqu'à l'Oder, suivant une zone d'une à trois lieues de largeur. Il est moins puissant que dans les autres pays, et constitue principalement un calcaire solide associé à des argiles. La roche prend par places une structure schistoïde; des calcaires d'un aspect cristallin, par la grande quantité de crinoïdes qu'ils renferment y sont subordonnés. Les fossiles paraissent être très nombreux près d'Oppatowitz. La dolomie y joue aussi un rôle important, quoique local; elle atteint jusqu'à 100 mètres d'épaisseur et même davantage. Elle

(1) *Geognostisches Bild von Ober-Schlesien* (*Bergmännische Taschenb.* pour 1844, p. 100. — *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 359).

est d'un gris blanc, à grain fin, cristalline, avec des nodules d'hornstein. Sur la limite de cette roche et en relation avec elle, se montrent les minerais de fer rouge et brun et la galène. Le principal gisement de cette dernière substance, près de Tarnowitz, est dans la dolomie même, et s'étend l'espace d'une lieue dans la direction du N. au S., avec une inclinaison de 2° à 6° à l'O. Au delà le minerai disparaît. Le grès bigarré, qui ne s'observe que sur quelques points, affleure sur les bords du muschelkalk, et repose tantôt sur les dépôts carbonifères, tantôt sur la grauwacke.

Dans le mémoire qui accompagne la carte géognostique des gisements de minerais du muschelkalk de ce pays, le même géologue (1) y distingue deux assises ou étages : 1° les calcaires proprement dits, qui, à cause de ces substances minérales, sont appelés *Sohlekanlstein* ou *Sohlenstein*; 2° les dolomies. Les calcaires en couches horizontales sont mélangés d'argile, et constituent la partie essentielle du groupe. Les dolomies ne s'observent qu'à Tarnowitz et à Buthen, où, très puissantes alors, elles occupent à elles seules deux petites chaînes de collines. Elles semblent former un bassin entouré par les calcaires, et dont le bord, sortant de dessous, se relève en un escarpement rapide. Sur d'autres points, la dolomie est en lambeaux isolés au-dessus des calcaires, lambeaux qui seraient des témoins de son ancienne extension. Sauf quelques dislocations locales, les dolomies sont nettement stratifiées, surtout à la base. Le travail de M. de Carnall est terminé par la description détaillée des mines et des gisements de plomb, de zinc, et de fer oxydé brun.

Ces mêmes exploitations ont encore été l'objet d'études particulières de la part de Krug de Nidda (2), qui divise à son tour le muschelkalk de Tarnowitz en trois parties. La première et la troi-

(1) *Geognost. Karte von den Erz-Lagerstaetten des Muschelk. in Ober-Schl.*, etc., Carte géognostique des gîtes métallifères du muschelkalk de la haute Silésie, avec 10 pl. de coupes des montagnes de Tarnowitz et de Beuthen, des vues particulières des mines, etc. (*Verhandl. der Niederrhein Gesellsch. f. Natur. und Heil-Kunde in Bonn.*, 6 mai 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 355). — Voyez aussi : *Die Eisenstein-Lagerstätten des Muschelskalk*, etc. (*Zeitschr. der geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 177, 1850. — *Neu. Jahrb.*, 1832, p. 337).

(2) *Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 206, 1850.

sième sont des alternances de calcaire marneux et d'argile; la seconde comprend des dolomies. La partie inférieure, qui est la plus étendue, se suit d'Olkusz en Pologne jusqu'à Krappitz sur l'Oder, sur une longueur de 18 milles allemands et une largeur moyenne de 2. Elle repose sur la formation houillère et sur des argiles schisteuses, puis, entre Tost et Leschnitz, sur des argiles rouges du grès bigarré. Dans la région sud-est en Pologne et dans le district de Cracovie, les couches sont interrompues par les affleurements des dépôts carbonifères, et çà et là des lambeaux de muschelkalk sont disséminés à leur surface. A l'extrémité sud-est des mandelstein s'y trouvent associés dans le voisinage de Krzescowice (1), où l'on rencontre diverses substances dans des cavités du minerai. Près de Starczynow, le porphyre et le mandelstein sont immédiatement en contact avec le calcaire métallifère.

Le calcaire du muschelkalk inférieur est en bancs de $0^m,25$ à $0^m,60$, et, lorsqu'il est marneux, leur épaisseur est moindre. Ceux-ci alternent avec des lits minces et schisteux. La présence du bitume leur donne une teinte bleuâtre qui disparaît vers le haut, où la roche devient jaunâtre. Leur inclinaison ne dépasse pas 15°, et elle est peu constante sur une certaine étendue. Ces couches, appelées, comme on l'a dit, *Sohlenstein* ou *pierre de semelle* par les mineurs, parce qu'elles forment le *mur* ou le fond de celles qui renferment des minerais, s'élèvent d'un côté au-dessus des dépôts houillers, en constituant dans le district métallifère un chaînon de collines qui commence à Trockenberg et s'étend vers Maklau, avec une altitude de 345 mètres. De l'autre, elles s'abaissent en formant des bassins occupés par la dolomie, et plus fréquents en Pologne que dans la Silésie supérieure. Dans ce dernier pays, l'un de ces bassins comprend la dolomie de Tarnowitz, l'autre celle de Buthen (2).

---

(1) G. Pusch, Description géol. de la Pologne, 1re part., p. 60.

(2) De Carnall, Carte géologique du pays de Glatz et d'une partie de la Silésie supérieure, nouv. édit. — Voy. aussi : *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IX, p. 379, 1857. — *Neu. Jahrb.*, 1858, p. 303. — O.-V. Hingenau, *Uebersicht der geologischen Verhältnisse von Mähren und Oesterreichisch-Schlesien*, in-8°, avec carte géologique. Vienne, 1852 (voy. *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 354). — Hammer, *Beitrag zur geognost. Kenntn.*, etc. Matériaux pour la connaissance géognostique de la Silésie supérieure (*Uebersicht d. Arbeit. d. Schles. Gesellsch. f. Vaterl. Kultur*, 1847, p. 54. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 852).

M. Krug décrit ensuite ces deux gisements dolomitiques et celui de Bendzin en Pologne, qui s'étend à l'ouest de Dumbrowka jusqu'à Mikultschütz, etc., où la dolomie disparaît sous le diluvium pour se montrer encore au delà, mais avec d'autres caractères. Outre ces principaux îlots, qui sont le gisement particulier du minerai, on connaît d'autres affleurements analogues, dont les relations avec celui de Tarnowitz sont plus douteuses.

Les fossiles du muschelkalk de ce pays ont été depuis longtemps signalés par M. Karsten (1) et par G. Pusch (2); nous y reviendrons tout à l'heure. Le travail du premier de ces savants renferme en outre des analyses de ces roches qui prouvent que celle du toit des gisements de minerais est toujours une dolomie qui contient, outre la magnésie et le carbonate de chaux, du fer carbonaté remplaçant la magnésie, puis de l'argile siliceuse, de l'oxyde de fer et du bitume. Contrairement à ce que quelques personnes avaient avancé, ces dolomies seraient stratifiées. Ce caractère est, à la vérité, souvent masqué par les nombreuses crevasses qui ont accidenté la partie moyenne de l'assise; mais il n'en existe pas moins.

A Friedrick-Grübe, on exploite le plomb sulfuré. Dans les argiles schisteuses, se trouvent des lits de charbon, point de fossiles, mais beaucoup de fer sulfuré, ce qui a fait donner à la roche le nom de *Letten vitriol*. Le charbon existe aussi dans les couches dolomitiques inférieures qu'il colore en gris noirâtre, et où se trouve également du minerai de plomb. Cette coloration manque dans la partie supérieure, par suite de l'influence des agents atmosphériques, et le fer carbonaté, passé à l'état d'oxyde hydraté, donne alors à la roche une teinte jaune qui se prolonge à l'intérieur sur les parois des crevasses.

L'étendue, la profondeur et le relief des dolomies en bassins et les divers gisements de minerais sont ensuite l'objet d'un examen tout spécial de la part de l'auteur, qui trouve à l'ellipsoïde dolomitique de Tarnowitz une épaisseur de 121 mètres et une largeur de 814, sa longueur étant par rapport au petit axe : : 19 : 2.

Les couches minces, imperméables, placées à la séparation des dolomies et des calcaires sous-jacents, ont, suivant M. Krug, contribué à la disposition aplatie du bassin et à la formation des mine-

(1) Essai sur la formation calcaire avec minerais de Tarnowitz (Acad. de Berlin, 1[er] et 8 nov. 1827).

(2) *Loc. cit.*, *antè*.

rais. Les substances charbonneuses des couches inférieures de dolomie et la composition de celles-ci auraient agi chimiquement. Les divers minerais seraient postérieurs aux calcaires magnésiens et en rapport avec des gisements métallifères plus anciens dus à des sources thermales. Ces dernières, qui contenaient du zinc et du fer, s'écoulaient vers le bassin à fond plat rempli par les dolomies. Les substances apportées se sont accumulées sur ses bords et introduites dans les cavités de la roche jusqu'à la couche imperméable. Les bancs inférieurs bitumineux devaient agir comme substance réduisante sur les sels métalliques avec l'acide sulfurique, les faire passer à l'état de solution aqueuse, puis à celui de plomb sulfuré, de fer oxydé, etc. Après avoir donné des détails assez étendus sur ces diverses réactions, l'auteur rappelle qu'on avait d'abord attribué ces produits métalliques aux agents ignés; mais l'intervention de l'eau dans l'accomplissement du phénomène est trop évidente pour ne pas être regardée au moins comme cause principale, ce qui n'exclurait pas, comme cause secondaire, l'influence des agents ignés auxquels sont dus les mélaphyres qui renferment les minerais de zinc.

G. Pusch (1), dont le nom se rattachera toujours avec un intérêt bien justifié à la géologie et à la paléontologie de cette partie de l'Europe, signale, dans le muschelkalk du sud de la Pologne et de la Silésie supérieure, les fossiles suivants, provenant des calcaires inférieurs (*Sohlengestein*), avec l'indication de chaque localité. Ce sont des débris d'*Encrinus liliiformis* répandus partout, un *Apiocrinus* rapporté à l'*A. rotundus*, Mill., et une Pentacrine au *P. vulgaris*, Schloth., les *Terebratula vulgaris* id., *trigonella* et *angusta*, id., et une autre espèce ressemblant à celle qu'a figurée Bourguet (pl. 29, fig. 178), les *Myacites musculoides*, *elongatus*, et *mactroides*, Schloth., l'*Avicula socialis*, Bronn, la *Lima striata*, Desh., la *L. lævis* ou *lineata*, id., la *L. granulata*, le *Pecten discites*, Hehl, l'*Ostrea difformis*, les *Buccinites gregarius*, Schloth., *communis*, id., l'*Helicites turbilinus*, id., et l'*Ammonites nodosus*, rencontré rarement près de Tarnowitz; des dents de poissons et des restes de reptiles sauriens. Paléontologie.

Dans les dolomies qui viennent au-dessus (*Dachgestein*), l'auteur

(1) *Polens Paläontologie*, etc., p. 174, in-4°, avec 16 planches. Stuttgart, 1837.

mentionne de petits fragments d'Encrines, de petits gastéropodes turriculés, turbinés, des bivalves rappelant par leur forme des Tellines et des Cythérées, mais restées indéterminées.

Dans le muschelkalk de la région nord-est, ou sur le pourtour du massif de Sandomir et de Kielce, on a trouvé, d'après le même savant, des fragments d'*Encrinus liliiformis* et d'autres genres de crinoïdes, la *Terebratula vulgaris* et une espèce rappelant la *T. prisca*, puis l'*Avicula socialis*, le *Pecten discites*, la *Lima striata*, et une espèce nouvelle (*L. gracilis*), la *Plicatula Schlotheimi*, Pusch, l'*Ostrea difformis*, le *Buccinites communis*, le *Strombus denticulatus*, Schloth., et des dents de poissons.

M. W. Dunker (1) en faisant connaître les coquilles découvertes par M. Mentzel, dans le muschelkalk de la haute Silésie, ne mentionne, comme on pouvait le prévoir, que très peu d'espèces dans la dolomie, et il assimile les calcaires inférieurs aux calcaires ondulés de l'Allemagne (*Wellenkalk*). Ces roches semblent en effet, suivant M. Mentzel, présenter une disposition flexueuse très nettement accusée et des concrétions dont la forme rappelle celle d'un sabot de cheval, le tout recouvrant immédiatement le grès bigarré. Les espèces nouvelles ont été décrites ailleurs par M. Dunker (2), mais nous allons voir que ses conclusions n'ont pas été sanctionnées par le résultat des études de M. Beyrich (3) qui s'est occupé du même sujet.

En effet, ce dernier traitant d'une série de fossiles recueillis au nord de Zabrza et au sud de Mikultschütz, village situé à l'est de Beuthen, a fait voir que le muschelkalk s'élevait dans ce pays sous la forme d'une île recouverte de dépôts quaternaires et tertiaires. La roche est ici un calcaire blanc ou jaunâtre, celluleux à la surface, avec des rognons de silex ressemblant à ceux de la craie. On peut la comparer à celle qui au nord-ouest de Tarnowitz est exploitée dans les carrières dites de *Bohême*. L'analogie des fossiles prouve d'ailleurs le parallélisme des couches de ces diverses localités entre

(1) *Ueber die im Ober-Schlesischen Muschelkak*, etc. (*Schles. Arbeit.*, etc., 1849, p. 70. — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 99).

(2) *Palæontographica*, etc.

(3) *Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 253, 1850.— Voy. aussi : Sur les terrains secondaires de la Silésie (*Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, 1844. — *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 639, 1845).

elles. Ceux qu'avait observés M. Mentzel n'étaient pas dans un état de conservation qui permît une détermination spécifique bien rigoureuse.

Quant à ceux de Mikultschütz, ils sembleraient établir un rapport plus prononcé entre ces couches et celles de l'étage de Saint-Cassian en Tyrol qu'avec le muschelkalk de la Thuringe et de la Souabe. Les fossiles les plus abondants sont en effet des baguettes de *Cidaris*, semblables à celles des Alpes (1), puis la *Terebratula decurtata* (2), quelques coraux (*Montlivaltia capitata*, de Münst., *Explanaria* an *Astrea?*), des crinoïdes (tiges de Pentacrinites, d'Apiocrinites et articulations d'*Encrinus liliiformis*), 12 petites espèces de gastéropodes, mais peu d'acéphales. Parmi les brachiopodes la *Terebratula vulgaris* est très rare; le *Spirifer fragilis* est assez fréquent au contraire, ainsi qu'une autre espèce très voisine du *S. rostratus*, si même elle n'est pas identique, et qui se retrouve à la fois dans ces carrières de Bohême près de Tarnowitz, et à Saint-Cassian. Il en est encore de même de l'*Avicula tenuistriata*, circonstance remarquable en ce que, suivant l'auteur, les espèces de cette section (*A. gryphæata*, *dorsata* et *bidorsata*) sont caractéristiques des dépôts du Tyrol. Il en résulterait que pour lui le muschelkalk prétendu de la haute Silésie, d'après l'ensemble de ses fossiles, se rapprocherait plus des couches de Saint-Cassian placées sur l'horizon du premier groupe triasique et même à sa partie supérieure, que du véritable muschelkalk de l'Allemagne. Mais si l'on se rappelle ce que nous avons dit de la faune locale de Lieskau à l'ouest de Halle, où la série est complète et dont un certain nombre d'espèces, bien que se trouvant dans l'étage inférieur du second groupe de cette localité, ont aussi leurs analogues dans les assises les plus élevées du premier à Saint-Cassian, on ne

(1) W. Dunker und H. v. Meyer, *Palæontographica*, etc., vol. I, pl. 32, fig. 28-32.

(2) Girard, *Neu. Jahrb.*, 1843, p. 474, pl. 2, fig. 4. — Voyez aussi : H. von Meyer, *Fische, Krustazeen, Echinodermen und a. Versteinerungen aus dem Muschelkalk Oberschlesiens* (*Palæontographica*, vol. I, p. 216, pl. 28-30, 1849). L'auteur décrit et figure 25 à 30 espèces de poissons, 5 crustacés, 5 crinoïdes, 2 Cidaris et 2 Rhyncholithes. — Sur le *Dadocrinus gracilis* du muschelkalk de la haute Silésie (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 307). — Sur le *Dadocrinus*, le *Nothosaurus* et les poissons du muschelkalk de la haute Silésie (*ibid.*, 1851, p. 75).

se hâtera point de conclure le synchronisme avec ces dernières des calcaires de la haute Silésie et de la Pologne qui renferment aussi quelques espèces identiques.

Carpathes et Hongrie.

Au sud des deux petites régions dont nous venons de nous occuper, et qui ont été l'objet de recherches assez nombreuses, sinon très complètes encore, le grès bigarré serait représenté, dans la chaîne des Carpathes, par certaines grauwackes schisteuses du mont Szala, dans la vallée d'Eisenbach près de Schemnitz, suivant M. Pettko (1). Dans cette localité on a rencontré des Naticelles et des Myacites (2). Il resterait encore à démontrer si les couches avec *Equisetites Hoflianus*, *Alethopteris dentata*, et une nouvelle espèce de *Pterophyllum*, signalées à Reschitza dans le Bannat, appartiennent réellement au groupe des marnes irisées de Beudant (3).

Les travaux de M. Boué, de Lill de Lilienbach et d'autres géologues sur la région orientale de la Hongrie, de la Transylvanie, du Marmarosch et du Bannat, peuvent faire soupçonner que le trias y existe comme dans quelques parties adjacentes des Carpathes, mais les observations remontent à une époque où les principes de classification n'étaient pas encore bien arrêtés sur plusieurs points de la science, et elles se ressentent par conséquent de cette incertitude. Les coupes, les cartes et les descriptions géologiques faites alors sont difficiles à traduire avec un certain degré de précision ou même de probabilité dans le langage actuel, et l'absence de fossiles ou le manque d'exactitude dans leur détermination ne nous permet pas d'utiliser tous ces matériaux comme nous le désirerions, quelque intérêt qu'ils puissent avoir à d'autres égards.

Plus récemment M. de Hauer a publié quelques remarques sur la vallée du Körös dans la partie orientale du comitat de Bihar (4). L'auteur admet dans ce pays un *calcaire gris* représentant le *calcaire* de Dachstein, que nous avons vu représenter lui-même une partie du lias inférieur des Alpes, puis un *calcaire noir* appartenant au grès bigarré et le *grès bigarré* proprement dit. Le calcaire

(1) *Wien Berichte*, etc., vol. IV, p. 20.

(2) De Hauer, *Ueber die Gliederung der Geschichteten*, etc. (*Sitzungs-Ber. der k. k. Akad.*, etc., 1850, p. 41. — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 731).

(3) *Id.*, *ibid.*

(4) *Ueber die geol. Beschaffenheit des Körösthales*, etc. (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 3e année, 1852, p. 15, avec carte).

gris repose sur le calcaire noir auquel il passe insensiblement à l'est de la vallée. La roche qui constitue les plateaux est d'un gris clair et plus foncé dans le voisinage du porphyre. Il n'y a point de stratification apparente ; elle est recouverte par des dépôts tertiaires et les fossiles très rares ou fort mauvais sont indéterminables. L'auteur, qui n'était sans doute pas alors bien fixé sur les vrais rapports du calcaire de Dachstein des Alpes, fait de celui-ci, qu'il regarde comme du même âge, un dépôt parallèle au *muschelkalk alpin*. Des cavernes ou cavités plus ou moins considérables et qui renferment des minerais de fer s'y observent fréquemment.

Outre la masse principale qu'occupe ce calcaire à la surface du pays, la carte de M. de Hauer en montre encore plusieurs îlots qui s'élèvent çà et là au-dessus des couches tertiaires. On y trouve des silex et des Bélemnites. Ces derniers fossiles suffiraient seuls pour empêcher qu'on plaçât ce calcaire dans le trias. Au nord il est limité par les schistes micacés. Un autre lambeau situé au nord de Lugos est disposé de la même manière. On y exploite un marbre blanc veiné de rouge et un autre gris jaunâtre. Enfin un quatrième existe au sud-est de Gross-Wardein.

Le *calcaire noir* qui serait une dépendance du grès bigarré, est en couches minces et plonge de 45° à l'O. ; quelquefois il est schisteux, pénétré de veines spathiques blanches, devient jaunâtre à la surface et ressemble alors au calcaire du grès bigarré des Alpes de l'est. Par places il est, comme le précédent, recouvert de dépôts tertiaires. Au sud il plonge sous le grès gris, et à l'ouest de Remetz on y remarque, comme dans le calcaire gris, des cavités et des vides en forme d'entonnoir.

Le grès bigarré qui supporte le calcaire précédent forme avec lui une zone plus ou moins large, se dirigeant N., S. avec une inclinaison à l'O. A Kiraly-Hägo, il ressemble au grès bigarré des Alpes. Il est également schisteux, micacé, sans fossiles, et passe à un grès quartzeux rouge-clair, sans mica et très solide, ou bien à un conglomérat. A l'est du grès se montre un calcaire plongeant vers l'E. Cet étage arénacé repose sur les schistes micacés et est recouvert à l'ouest par le calcaire noir auquel succède, dans la même direction, le calcaire gris occupant une surface considérable du pays situé au sud du Körös.

Sur la carte géologique générale de l'empire d'Autriche, publiée en 1845, les calcaires précédents sont représentés par la teinte

consacrée au calcaire alpin (*Alpen-Kalk*) et les grès par celle du grès de Vienne ( *Wiener-Sandstein*).

Ces données laissent encore, comme on le voit, beaucoup à désirer sur l'existence réelle d'un ensemble de dépôts triasiques suffisamment caractérisés dans cette partie orientale de la Hongrie, et il en est de même, à ce qu'il semble, dans la plus grande partie de la région des Carpathes.

---

# CHAPITRE XI.

## § 1. — Formation triasique de la Russie d'Europe.

« L'uniformité, la simplicité et le peu d'épaisseur de la formation jurassique de cette vaste surface de la Russie d'Europe, qui » se continue sans doute au nord-est à travers les plaines immenses » des bords de l'Océan glacial jusqu'à la nouvelle Sibérie, s'observant ainsi sur 100 degrés de longitude et 27 de latitude, sont sans » doute un des résultats les plus frappants qu'ait offerts la géologie » comparée. Ce que nous avons dit des dépôts quaternaires, tertiaires et crétacés de la même surface, non-seulement se trouve » justifié, mais encore dépassé par la faible puissance et la constance des caractères de ceux-ci. Dès que nous pénétrons, au » contraire, dans les régions montagneuses, comparativement très » restreintes du Caucase, de la Crimée et des Carpathes, alors, » comme dans les Alpes, l'épaisseur et la variété des sédiments se » développent en même temps que l'accidentation des couches est » plus prononcée (1). » Observations générales.

Ce paragraphe qui terminait la description du groupe jurassique moyen, le seul qui ait été signalé à l'est des Carpathes, peut servir d'introduction à ce que nous avons à dire du trias de la même région. Il prépare en quelque sorte le lecteur à l'atténuation encore plus sensible des dépôts secondaires anciens qui avaient précédé ce même groupe, à leur faible développement relatif, à l'incertitude de leurs caractères, ou plutôt à leur ressemblance minéralogique et à une continuité stratigraphique telles avec les sédiments de la période permienne, que leur séparation ou leur distinction a paru très douteuse aux géologues les plus versés dans la connaissance du trias du centre et de l'ouest de l'Europe. Ici, l'absence presque complète de débris organiques sur d'immenses étendues est encore venue justifier la réserve déjà bien motivée de ces savants.

Quoi qu'il en puisse être des recherches ultérieures, il paraît au-

(1) *Antè*, vol. VII, p. 599.

jourd'hui certain que le trias manque dans toute la partie centrale de la Russie d'Europe, car, entre la rive droite du Volga et la Baltique, comme du gouvernement de Wladimir à la vallée du Dniester, les dépôts jurassiques, crétacés ou tertiaires recouvrent directement les roches carbonifères, dévoniennes ou granitiques. Ce n'est qu'au nord-est, à l'est et en un point au sud de cette vaste région, qu'on peut rencontrer des traces de la formation qui nous occupe. Ainsi, entre Sandomir sur les bords de la Vistule et la rive droite du Volga, de Simbirsk à Tzaritzin, sur plus de 25° de longitude, dans un pays où le relief du sol est comparativement très faible, et où l'existence de perturbations d'une certaine importance ne peut être invoquée, aucun dépôt de cet âge n'a été signalé.

Recherches diverses.

La ressemblance seule des caractères minéralogiques n'avait cependant pas fait hésiter les premiers observateurs à réunir aux groupes supérieur ou inférieur du trias certaines assises arénacées ou argileuses du sud et de l'est. Ainsi, MM. G. Rose (1) Samoiloff, Tcheklezoff (2), Meyer (3), Schumann (4) et Platonoff (5), ont d'abord rapporté au grès rouge ou au grès bigarré ces vastes dépôts arénacés qui bordent le versant occidental de l'Oural. M. Olivieri (6) a décrit et rapporté au grès bigarré un ensemble de grès, d'argiles rouges, vertes ou jaunes, de sable et de conglomérats avec des fragments de quartz, de lydienne et de feldspath, très développé sur les bords de la Bachmoutka (Bachmutha ou Bakhmouthka) au nord de Zouganskaya dans le Donetz. Ces couches, qui constituent une bande dirigée du N.-E. au S.-O., renferment des masses de gypse subordonnées, et au-dessus vient un calcaire comparé au muscbelkalk. Des sources salées s'échappent de ce système où se trouvent aussi quelques amas charbonneux, remarquables par la grande quantité de pyrites qu'ils contiennent et qui donnent lieu à des veines d'alun et de sulfate de fer. Ces dépôts, horizontaux ou plus ou moins inclinés suivant les points, sont compris entre la craie et le grès houiller.

(1) *Journal des mines de Russie*, 1831.
(2) *Ibid.*, 1832-1833.
(3) *Ibid.*, 1843.
(4) *Ibid.*, 1833, n° 8.
(5) *Ibid.*, 1840.
(6) *Coup d'œil géognostique sur l'arrondissement des mines du Donetz* (*Annu. du Journ. des mines de Russie*, vol. III, p. 20, 1836).

M. Ivanitzki (1), dans une description géognostique de ce même district de Bakhmouth, indique aussi trois divisions dans les dépôts réunis sous le nom de marnes irisées (*Keuper*). La supérieure qui succède immédiatement à la craie, comprend des poudingues quartzeux, des grès tendres, des argiles schisteuses et marneuses; la seconde, un calcaire celluleux recouvrant les amas de gypse renfermés dans l'argile, l'inférieure, des calcaires compactes alternant avec l'argile, quelquefois avec le grès, etc. L'auteur donne ensuite des coupes détaillées de ces trois subdivisions dans lesquelles il n'a point rencontré de sel, mais d'où sortent, comme on l'a dit, des sources salées près de Bakhmouth. Il en sépare ensuite nettement, sous la dénomination de grès rouge (*rothe todte Liegende*), des roches clastiques, arénacées et argileuses occupant la partie élevée du district et d'où descendent les rivières qui l'arrosent. Rapportées d'abord à la formation houillère, puis au vieux grès rouge, elles reposent en réalité sur la première, à laquelle elles passent d'ailleurs par des nuances insensibles. Leur direction est la même, et leur inclinaison de 60° au N.

Sans faire aucune mention des travaux de ses prédécesseurs, M. Le Play (2) décrit encore la roche dominante de ce pays comme une marne argileuse souvent fissile, passant à une argile ordinairement schisteuse, rouge lie de vin, quelquefois grise ou verte. Le gypse en amas, compacte, blanc, grenu, gris ou verdâtre, y est subordonné sur une étendue de plusieurs kilomètres. Il en est de même de certains bancs calcaires de caractères et de teintes variables, souvent compactes, magnésiens, grenus, celluleux et fossilifères, mais dont les genres mêmes de coquilles n'ont pas été déterminés, ce qui ôte toute valeur à cette indication. Le sel existerait dans les marnes du voisinage de Bakhmouth et de Slaviansk, et les eaux qu'on extrait sont traitées par évaporation. Le plongement général serait au N. de 3° à 4° seulement, et la superposition discordante par rapport aux couches carbonifères très inclinées. L'auteur fait ressortir la différence de ce dépôt rouge avec les marnes crétacées des bords du Don, et pense qu'en attendant des motifs

---

(1) *Description géognostique du district de Bakhmouth* (*ibid.*, vol. VI, 1839, p. 195, pl. 5, 1842).

(2) *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. IV, p. 112, 1842.

de détermination plus positifs, on peut le rapporter aux marnes irisées (p. 135).

Bien loin, au nord-est de ce point, sur les premières pentes de l'Oural, dans le territoire, de Kamsk, M. Schwickhart (1) mentionnait aussi des couches très variées placées dans le trias et comprenant des calcaires blancs spathiques, des argiles rouges, des conglomérats incohérents, des brèches et des grès, formant la gangue des minerais de cuivre sablonneux (cuivre natif et oxydé), et des marnes calcaires schisteuses, bleues, de 21$^{m}$,34 à 106$^{m}$,70 d'épaisseur. Ce système recouvre le sel dans le voisinage duquel le carbonate de chaux est remplacé par du gypse. Le sel gemme, près de Solikamsk, se trouve à 96 mètres de profondeur, et à 153$^{m}$,64 près de Oussolié. Ici cette substance constitue une couche horizontale probablement fort étendue et de 21$^{m}$,34 d'épaisseur. Le long de la Kama, près de Lounejki, le sel repose sur du gypse gris rayé de blanc. L'auteur pense que ce système de couches, qui s'étend sur une portion considérable du versant occidental de l'Oural et qui pénètre bien avant dans la plaine des Kirghiz, doit faire partie de ce qu'il nomme le *groupe keupérique*. Il considère les marnes inférieures, accompagnées de gypse et de sel, qui affleurent à Iletzkaïa-Zastchita, Kongour, etc., comme le calcaire coquillier (muschelkalk). Ses grès supérieurs, avec des argiles en partie cuprifères, seraient les marnes irisées proprement dites.

Plus loin encore vers le nord, dans le voisinage des côtes ou des dunes sableuses qui bordent la mer Blanche, M. E. Robert (2) a signalé des collines de grès argileux, micacés, grisâtres, que les sources salées des environs lui font regarder comme représentant les marnes irisées. Il en est de même des roches analogues avec gypse et sources salées que mentionne ce voyageur sur les bords du Volga, entre Jaroslaw et Nijni-Novogorod. Quant au grès bigarré que quelques auteurs avaient cru retrouver dans la Livonie et l'Esthonie et que Fischer de Waldheim (3) pensait être le gisement des empreintes des *Chirotherium* qu'il a décrites, on n'a pas tardé à reconnaître qu'ils appartenaient au terrain de transition.

(1) *Annu. du Journ. des mines de Russie*, année 1837, vol. IV, p. 105, avec carte, 1840.
(2) *Bull.*, 1$^{re}$ sér., vol. XI, p. 310, 1840.
(3) *Ibid.*, p. 369.

A la suite de leur premier voyage en Russie, pendant l'été de 1840, MM. Murchison et de Verneuil (1) furent amenés à présumer que le vaste ensemble de calcaire, de grès cuivreux, de conglomérats avec gypse, dolomie et sel gemme, si développé dans les gouvernements de Perm et d'Orenbourg, qui ne pénétrait point dans l'intérieur de l'Oural et qui n'avait point pris part à son soulèvement d'une manière très prononcée, pouvait bien représenter les dépôts placés ailleurs entre le système carbonifère et la formation jurassique. Lors du second voyage exécuté l'année d'après, ils se confirmèrent dans cette manière de voir et mirent le tout sur l'horizon du zechstein et du grès rouge (*rothe todte Liegende*) de l'Allemagne (2). Cette formation, disaient-ils (3), déposée sur les derniers gradins de l'Oural, depuis le 60° de lat. nord jusqu'au delà d'Orenbourg, participe cependant encore à quelques-unes des dislocations de la chaîne et du calcaire carbonifère pour s'étendre ensuite horizontalement dans les plaines situées à l'ouest. Les fossiles qu'ils y rencontrèrent vinrent confirmer leurs premières vues, et, comme la grande étendue qu'occupent ces dépôts en Russie et la différence de leurs caractères pétrographiques avec les sédiments contemporains de l'Allemagne ou du reste de l'Europe (*rothe todte Liegende*, *Kupferschiefer*, *Zechstein*), leur donnaient une importance très grande, ils proposèrent de désigner cet ensemble de couches par l'expression de *système permien*, empruntée à l'ancien royaume de Perm qu'il occupe presque en entier.

Travaux de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling.

Vers le même temps, M. de Helmersen, dans son *Explication à l'appui d'une carte géologique* de la Russie d'Europe (4), adopta cette manière de voir, tout en désignant à son tour le même système sous le nom de nouveau grès rouge (*new red*), pris à peu près dans le sens qu'on lui donnait encore en Angleterre à cette époque. Il se trouve compris, dit-il, entre la bande septen-

(1) *Bull.* 1re sér., vol. XII, p. 60, 21 déc. 1840. — *Report brit. Assoc.*, etc., 1840. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 398, 1841.

(2) *Ibid.*, p. 427, juillet 1841. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 724.

(3) *Bull.*, 1re sér., vol. XIII, p. 11, nov. 1841. — *Ibid.*, 2e sér., vol. I, p. 475, 1844. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 9, 1842.

(4) *Annuaire du Journal des mines de Russie*, année 1841, vol. VIII, p. 365, pl. 6, Paris, 1844. — *Uebersichts Karte der Gebirgsformationen im europaïschen Russland*, 1 f. Saint-Pétersbourg, 1841.

trionale du calcaire de montagne et l'Oural ; il a été ainsi nommé, parce qu'il y a des raisons de croire qu'il représente le *rothe todte Liegende*, le *Zechstein* et peut-être même *le grès bigarré*. Sur la carte, cette formation s'étend au nord d'Orenbourg, longeant le pied de l'Oural, suit au nord-ouest le cours de la Kama, de la Witchegda et de la Dwina, limité à l'ouest par le calcaire carbonifère, au sud par ce dernier, les dépôts jurassiques et tertiaires. L'auteur résume en peu de mots les principaux faits acquis à la science, mais ne se prononce pas sur l'existence du trias. Il rappelle seulement que bien que le muschelkalk paraisse manquer en Russie, l'*Ammonites bogdoensis* et une Cératite provenant du mont Bogdo sur le Volga inférieur, fossiles déjà signalés par Pallas et décrits par de Buch (1), y avaient fait admettre l'existence de ce groupe. Cette dernière opinion avait été contestée par M. Eichwald (2), qui avait classé les couches de cette montagne dans le système silurien à cause de la prétendue découverte par M. Göbel d'une Orthocératite qui, très probablement, avait été rapportée de l'Esthonie. De son côté, M. de Keyserling (3), en rejetant l'assertion de M. Eichwald, n'avait point adopté la précédente.

Telles étaient les données générales qu'on avait sur les dépôts placés entre le second groupe jurassique et le système carbonifère de la Russie, lorsque MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling publièrent, en 1845, les résultats complets de leurs voyages (4). Les chapitres VIII, IX et X de ce grand travail, qui résument tous les faits connus jusqu'alors et dans lesquels se trouvent développées les idées et les conséquences que les auteurs en ont déduites, sont consacrés à la description du *système permien*, tel qu'ils le comprennent, ainsi qu'à ses rapports avec les dépôts contemporains des autres parties de l'Europe. La présence du trias n'y est indiquée qu'avec beaucoup de doute dans quelques passages que nous croyons utile de rappeler, afin qu'on ne se méprenne point sur les motifs de leur réserve, et pour que cette partie de notre travail se trouve complète, si plus tard des raisons concluantes venaient à

(1) *Beiträge zur Bestimmung der Gebirgsformationen in Russland.*

(2) *Bull. de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, vol. IX.

(3) *Ann. des sc. géol.*, vol. I, 1842.

(4) *The geology of Russia in Europe and the Ural-Mountains*, vol. I, p. 137, in-4°, avec cartes et coupes, et un volume de paléontologie. Londres, 1845.

faire séparer tout à fait du dernier système paléozoïque les dépôts dont il va être question.

(P. 161.) En s'éloignant au sud-ouest de la région cuprifère, entre Malmisch et Kazan, ou entre la vallée de la Viatka et celle du Volga, M. Murchison et ses savants collaborateurs ont observé que les grès durs permiens et les marnes qui les accompagnent avaient été fortement dérangés au village tartare de Salouch, et qu'ils plongeaient de 32° à l'E.-S.-E., tandis que certains bancs de calcaire schisteux blancs et de marnes qui occupent les sommets des collines étaient horizontaux, et par conséquent discordants avec les grès précédents. Ces dislocations semblent être l'extrême limite vers l'O. de l'effet du soulèvement de l'Oural, et l'horizontalité des calcaires et des marnes serait un argument d'une certaine valeur pour assigner l'âge des dépôts si largement étendus dans le centre du grand bassin que parcourent les affluents de la rive gauche du Volga. Autour de la ville d'Arsk, ils sont composés, sur une épaisseur de 30 à 35 mètres, de marnes, de sables, de calcaires marneux ou tuffacés, sans aucune trace de fossiles.

(P. 162.) Les escarpements qui bordent la rive droite du Volga à Verkni-Uslon, en s'étendant jusqu'à la Sviaga près de Sviask, escarpements qui donnent aussi la coupe réelle de Kazan à cette dernière ville, sur une étendue de près de 30 kilomètres, montrent clairement, comme le long de la Kama, la superposition au calcaire permien que caractérisent le *Productus Cancrini*, l'*Avicula kazanensis*, l'*A. ceratophaga*, la *Modiola Pallasii*, d'un ensemble de marnes et de sables rouges, verts et blancs, de 50 à 60 mètres d'épaisseur, comprenant des bancs de calcaire blanc tuffacé, dont l'un des plus inférieurs a présenté des Modioles. Ces marnes occupent toute la partie supérieure du promontoire de Verkni-Uslon. La vallée de la Tiosha aux environs d'Arzamas et celle de la Piana à Itschalki offrent une superposition analogue.

(P. 172.) Les couches que l'on voit le long du cours de la Dwina, lorsqu'on le remonte d'Arkangel jusqu'à Ustiug-Veliki sur une étendue d'environ 600 kilomètres, se succèdent à peu près comme lorsque en partant des pentes occidentales de l'Oural on s'avance dans l'intérieur des gouvernements d'Orenbourg et de Kazan. A la grande zone carbonifère qui traverse le fleuve au-dessus de son embouchure succèdent au sud-est des dépôts de plus en plus récents, sensiblement horizontaux à l'œil, la pente n'étant que de 100 mètres entre Ustiug et la mer. Les couches supérieures

aux calcaires fossilifères n'ont pas été observées au nord dans le bassin de la Pinega ; mais dans celui de la Dwina, à 300 kilomètres de son embouchure, on remarque sur ses bords des marnes rouges, vertes, et des sables qu'on doit présumer supérieurs aux couches permiennes fossilifères des gouvernements de Vologda, de Kostroma et de Nijni-Novogorod (p. 175). Aucune superposition directe visible n'est cependant venue appuyer cette présomption des auteurs, émise avec doute et exprimée sur la carte géologique par un affaiblissement de la teinte consacrée au système permien. Cette teinte porte, dans la légende des couleurs, le chiffre 5 qui n'a pas été reproduit sur la carte en cet endroit.

Cette manière de voir est justifiée à d'autres égards par les recherches faites en remontant la Suchona d'Ustiug-Veliki à Vologda, afin d'étudier les limites nord et ouest de ces dépôts, de même qu'en redescendant le Volga de Kostroma à Nijni-Novogorod. Elles montrent, en effet, qu'aux environs de cette dernière ville ils sont tous continus avec les couches rouges superposées aux calcaires permiens des bords du Volga, et qui s'étendent à l'ouest jusqu'à la Kliasma.

Les couches observées jusqu'à Ustiug n'ont rien offert de bien précis dans leurs caractères. Autour de cette ville, les berges de la rivière sont composées de sable, de marnes rouges, vertes, et de calcaires blancs tuffacés. Des troncs d'arbre silicifiés, quelquefois de grandes dimensions, ont été trouvés dans les sables et paraissent analogues à ceux qu'on rencontre dans les couches cuivreuses des gouvernements de Perm et d'Orenbourg. En remontant la Suchona d'Ustiug à Vologda, on trouve, dans les marnes rouges et vertes, des bancs épais de calcaire argileux, blanc-sale, que l'on a comparés à ceux du *new red sansdtone* inférieur et aux *cornstones* du vieux grès rouge d'Angleterre. Les escarpements d'environ 80 mètres de hauteur, qui bordent la Strelna et la Suchona, offrent, à partir de la base, des marnes rouges en dalles, un calcaire blanc tuffacé ou terreux, en lits minces, irréguliers, sub-concrétionnés, sans fossiles, employé pour la fabrication de la chaux, puis des marnes rouges et vertes, rubanées, alternant sur une grande épaisseur, des bancs de calcaire impur concrétionné, enfin de nouvelles marnes rouges et vertes surmontées par des blocs, du sable et des cailloux quaternaires. A Totma et ailleurs, ces dépôts rouges seraient l'origine de sources salées, et des couches de gypse ont été rencontrées dans les sondages qu'on y a entrepris.

Les marnes rouges affleurent çà et là au-dessous du vaste manteau de dépôt de transport qui occupe la plus grande partie de ce pays. En descendant le Volga, de Kostroma à Nijni-Novogorod, on les voit surmontées alors par les argiles schisteuses jurassiques, comme à Krasnoe-Pojeni près de Ples, et en stratification parfaitement concordante ; mais ce caractère est purement local. Des observations plus étendues montrent en effet que la surface générale des dépôts rouges est inégale et irrégulière, et qu'un laps de temps considérable a dû s'écouler avant qu'ils fussent recouverts par les sédiments jurassiques.

A Balachana, les marnes rouges et vertes avec gypse donnent lieu à des sources salées abondantes, obtenues par des puits poussés jusqu'au delà de 300 mètres. Les falaises de l'Oka et du Volga à Nijni-Novogorod, de 100 à 300 mètres de hauteur, montrent des marnes vertes et rouges finement rubanées avec des bancs subordonnés de grès tendre en plaques, de grès jaunâtres également friables ou plus ou moins meubles. Aucun fossile n'y a été trouvé, excepté un très petit os, probablement de poisson.

(P. 180.) MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling s'attachent ensuite à faire voir que ces couches, signalées sur tant de points au-dessus du calcaire avec des fossiles du zechstein, sont du même âge, et s'étendent sur toute la partie centrale de la région rouge. Elles occupent, en effet, continuent-ils, les hauts plateaux de la rive droite du Volga, entre Kazan et Nijni-Novogorod et jusqu'à Kostrama. Lorsqu'on remonte l'Oka, elles sont aussi développées jusqu'au parallèle de Gorbatof, et sur sa rive droite, jusqu'à Vianiski, disparaissant au delà sous les dépôts de transport quaternaires. Elles disparaissent également le long des limites orientales de la grande région carbonifère des provinces du nord.

Les savants voyageurs reviennent ensuite étudier ces dépôts sur les bords du Volga en amont de Kazan, sur la rive droite de l'Oka et de la Kliasma. Entre Sviask et Tcheboksar, des assises de calcaire tuffacé, de 4 à 5 mètres d'épaisseur chacune, et des bancs de $0^m,60$ à 1 mètre, sont subordonnés à des marnes panachées, rubanées, semblables à celles des bords de la Suchona. Parfois, ces calcaires plus compactes sont à cassure conchoïde, et nulle part ils n'ont offert de fossiles. A Nerinski, sur l'Oka, le gypse en lits minces repose sur un grès finement schisteux dont les feuillets sont séparés par une marne gris verdâtre, et la partie supérieure de l'escarpement est formée de marnes vertes et rouges rubanées, avec des

calcaires marneux tuffacés, mouchetés de teintes plus faibles. Ce gypse diffère essentiellement de celui des assises inférieures dans les gouvernements de Perm, d'Orenbourg, des bords de la Dwina et de la Pinega. Quelques parties sont lamellaires, d'autres fibreuses, de diverses nuances, depuis le blanc jusqu'au rouge foncé. Dans d'autres bancs de grès en dalles, le gypse est disséminé en petits nodules bruns cristallins, et un peu au delà la même substance constitue des masses de 0$^{m}$,30 à 0$^{m}$,60 d'épaisseur.

A Viasniki sur la Kliasma, et dans les ravins à l'est de la ville, les coupes naturelles mettent à découvert des marnes quelquefois un peu micacées et sableuses, avec d'autres couches finement schisteuses, vertes et rouge-clair, surmontées d'un sable rouge passant au grès, à des marnes et à des sables jaunâtres, enfin à des grès panachés très calcarifères. Dans les marnes de diverses teintes et rouge-clair du milieu de l'escarpement se trouve une grande quantité de petites valves qui paraissent provenir de quelque entomostracé du genre *Cytherina* avec de petites coquilles aplaties ayant l'aspect de Cyclades. Ces restes organiques et le petit os présumé de poisson dont il a été question sont les seules traces d'animaux rencontrées jusqu'à présent dans ce système rouge arénacé, marneux et calcaire, étudié déjà sur tant de points différents.

(P. 182.) Considérant que ces dépôts, malgré leur superposition directe aux strates fossilifères du zechstein, se lient par leur position comme par leurs caractères minéralogiques avec les autres termes de la série permienne des provinces d'Orenbourg, de Perm et de Viatka, où se rencontrent les plantes paléozoïques et les sauriens thécodontes, les auteurs de la géologie de la Russie ne pensent pas qu'ils puissent être séparés avec toute certitude de cette même série. Nous n'avons en effet, ajoutent-ils, aucune preuve qu'ils constituent réellement une portion du trias de l'Europe, ou qu'ils puissent être mis en parallèle avec le *new red sandstone* des îles Britanniques. Mais comme, d'un autre côté, on a été fort longtemps avant de découvrir des fossiles dans le grès bigarré de l'Allemagne et qu'il s'est passé bien plus de temps encore avant qu'on songeât à distinguer des marnes irisées le nouveau grès rouge d'Angleterre, nous croyons agir conformément aux vrais principes de l'observation et de l'induction, en conservant à cette série de couches le nom de grès rouge supérieur (*upper red sandstone*), et en l'envisageant comme un grand et puissant *recouvrement* (*great and copious cover*) du système permien. Si l'on vient par la suite à rencontrer

des fossiles qui doivent le faire associer définitivement au trias ou bien à la formation sous-jacente, on n'aura à revenir sur aucune détermination anticipée. Néanmoins, ces mêmes savants conviennent qu'ils sont plus disposés à ranger le tout dans le système permien, comme aux environs d'Orenbourg, opinion qui se rattacherait encore à la manière dont nous avons vu que sir R. Murchison a depuis envisagé le grès bigarré inférieur du centre de l'Allemagne.

Dans ces couches, il n'y a que des sources salées, et le sel n'y a point été constaté comme dans le système permien proprement dit, d'où ils concluent aussi que ces sources doivent provenir d'une grande profondeur à Totma comme à Balachna.

(P. 192.) Les vastes steppes qui s'étendent au sud jusqu'à la Caspienne montrent encore les roches comprises sous la dénomination de système permien, s'élevant çà et là au milieu de la plaine et formant des collines isolées composées de sable rouge, de marne, de gypse et de calcaires. Les sources salées qui s'échappent de leur base donnent lieu aux lacs et aux incrustations de sel si communes dans cette région. Tels sont le mont Indersk et le lac salé qui l'avoisine, les buttes gypseuses près de Gourieff, les collines d'Arzargar, le grand et le petit Bogdo et les gorges formées de grès rouge à travers lesquelles coule le ruisseau qui alimente le lac Elton dont l'exploitation fournit une si grande quantité de sel.

Le Mont-Bogdo, dont nous avons déjà dit quelques mots, est formé de collines isolées dans la steppe des Kirghiz sur la rive gauche du Volga. La description qu'en a donnée Pallas est presque aussi complète que celle qu'on pourrait faire aujourd'hui ; sa composition est très simple et l'observation en est très facile. Le Mont-Bogdo

M. de Keyserling nous représente les deux massifs contigus de Bogdo comme ayant une composition à peu près semblable. Le petit Bogdo est une chaîne basse, courant N.-N.-E., S.-S.-O. A son extrémité nord, une coupe naturelle montre le grès rouge plongeant de 30° à l'E., et recouvert par un calcaire blanc, bréchoïde, compacte, dur, ruiniforme.

Le grand Bogdo, dont la faune et la flore actuelle ont appelé l'attention des naturalistes depuis Falk et Pallas, domine tout le pays jusqu'à une très grande distance et est l'objet d'un culte superstitieux de la part des tribus nomades qui vivent à l'entour. Son altitude est, suivant de Humboldt, de 163$^{m}$,60 (537 pieds angl.), et il s'élève, par conséquent, de 189$^{m}$,64 au-dessus de la Caspienne

(622,4 pieds angl.) (1). Les couches plongent de 30° au S.-O en sens inverse des masses principales du petit Bogdo. La coupe de la montagne offre, de bas en haut ou à partir du lac salé qui s'étend à son pied au nord-est, la série suivante :

1. Marnes argileuses salifères, d'où s'échappent les eaux dont l'évaporation laisse déposer le sel du lac Baskourschak qui est contiguë, et dont l'épaisseur est quelquefois de 1 pied par an. Des amas de gypse s'y montrent subordonnés et la teinte rouge est si vive que les gens du pays emploient cette argile comme couleur pour peindre leurs habitations.
2. Grès friable en lits minces à la partie inférieure ; vers le haut, la roche rougeâtre, dure, quelquefois à grain grossier, renferme du quartz rose, de la lydienne et de petites concrétions striées.
3. Marne argileuse et sableuse, rouge et blanche, alternant avec des lits de marnes endurcies, blanches, donnant à l'ensemble un aspect rubané. Son épaisseur est d'environ 60 mètres, et Pallas y avait signalé un peu de sel.
4. Calcaire gris divisé en dalles ayant tout à fait l'aspect du muschelkalk et d'environ 30 mètres d'épaisseur. A sa base, il est rempli de grandes Gervillies, et, plus haut, il renferme des moules de Pernes dont la forme rappelle l'*Inoceramus rostratus*, Gold.

Sur la pente opposée à l'escarpement, l'*Ammonites bogdoanus* a été rencontré assez fréquemment avec un *Mytilus* rappelant le *M. eduliformis* et de petites bivalves voisines des Donaces. C'est le seul point de la Russie où ces fossiles aient encore été observés. Etudiés par M. de Verneuil, ils ont été décrits ou mentionnés dans le 2e volume de l'ouvrage sous les noms de *Goniatites bogdoanus*, de Buch, d'*Avicula Albertii*, Münst. d'*A. Dalaïlamæ*, de Vern., de *Mytilus Beaumonti*, id., et indiqués dans le tableau général comme appartenant au muschelkalk (2).

Ces strates n'étant recouverts nulle part, leur âge absolu reste indéterminé, mais comme ils sont évidemment plus récents que

(1) Les résultats des dernières mesures publiées par M. Struve en 1849, d'après les travaux de MM. Fuss, Sawitsch et Sabler, ont donné $26^{m},045$ ou 85,45 pieds angl. pour le niveau moyen de la mer Caspienne au-dessous de celui de la mer Noire.

(2) Quoique la *Carte géologique de la Russie*, jointe au travail de M. Guillemin (*a*), soit à une plus grande échelle que la précédente, l'auteur n'a point distingué les deux séries du Mont-Bogdo.

(*a*) *Exploration géologique dans la Russie d'Europe*, in-8°. Paris, 1859.

tous les dépôts placés dans le système permien des auteurs et qu'ils sont plus anciens que les couches jurassiques de la Russie, les caractères généraux de leurs fossiles ne permettant guère d'en douter, MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling sont très disposés à se ranger à l'opinion de de Buch, et à regarder cette grande assise calcaire comme représentant, sinon absolument le muschelkalk, du moins comme devant appartenir à un niveau très voisin.

Quant aux dépôts rouges des environs de Bakhmouth dans le Donetz, que nous avons vus rapportés aux marnes irisées, ils n'hésitent pas à n'y trouver encore qu'une dépendance du système permien (pages 98, 99, 115).

On a vu quels étaient les motifs qui nous avaient engagé, malgré la réserve extrême des auteurs, ou plutôt à cause de cette réserve, à reproduire la plupart des détails qu'ils avaient donnés sur les dépôts rouges supérieurs à l'horizon du zechstein ; mais cette *pierre d'attente* posée pour l'avenir, comme nous le faisons habituellement pour toute question non encore résolue, ne pouvait nous autoriser à aller au delà de ce que MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling avaient déduit de leurs études sur la Russie, études qui avaient été précédées et qui furent suivies de recherches comparatives sur le même sujet dans le centre et l'ouest de l'Europe. C'eût été, en effet, sortir du domaine de l'histoire et de la saine critique pour entrer dans le champ des hypothèses. Essayer de construire un édifice avec leurs doutes, de présenter un corps de doctrines avec des faits négatifs auxquels nous n'aurions pu ajouter que des interprétations plus ou moins tourmentées de leur texte et de leurs coupes stratigraphiques, nous eût semblé une tentative aussi hasardée que peu convenable. Cependant, M. J. Marcou (1), sans avoir visité la Russie, sans avoir introduit aucun élément nouveau dans la question, et après une longue et minutieuse analyse critique de tous les passages qui pouvaient être favorables à son opinion, a cru trouver dans les dépôts rouges placés au-dessus du zechstein de la Russie les représentants des trois termes habituels du trias. Mais comme il faudrait, pour bien comprendre cette dissertation ou mieux ce pamphlet scientifique de M. Marcou, embrasser une série de couches plus anciennes dont nous n'avons

(1) *Dyas et trias, ou le nouveau grès rouge en Europe, dans l'Amérique du Nord et dans l'Inde*, in-8°. Zurich, 1859.

pas dû nous occuper jusqu'ici, nous nous abstiendrons d'en parler actuellement.

## § 2. — Asie.

Sibérie. Si l'on ne peut pas dire d'une manière absolue que le trias soit une formation particulière à l'Europe, toujours est-il que, jusqu'à présent, c'est dans cette petite portion du globe que ses caractères sont le plus prononcés, le plus variés et que sa faune et sa flore ont une importance réelle par leur richesse et leur *facies* propre. A mesure qu'on s'avance vers l'E., les restes organiques deviennent de plus en plus rares, et l'on vient de voir que, dans la vaste étendue de la Russie d'Europe où en deçà de l'Oural, un seul point isolé au milieu des steppes de la Caspienne nous avait rappelé, comme un souvenir éloigné, quelques formes animales du muschelkalk, jalon précieux cependant, qui, malgré l'immense distance qui le sépare des bords de la mer glaciale peut encore faire soupçonner une certaine liaison entre les dépôts qui les renferment et ceux de l'embouchure de l'Oleneck observés par M. T. de Middendorff.

M. le comte de Keyserling (1) a décrit quatre espèces de Cératites provenant de cette région et qu'avait rapportées le savant et hardi voyageur. Ce sont les *C. Hedenströmi*, déjà mentionnées par M. Eichwald (2), *Middendorffi*, *euomphalus* et *Eichwaldi*. Ces fossiles sont à l'état de moules ou encore pourvus de leur test nacré. La roche qui les renferme est un calcaire noirâtre, à cassure esquilleuse, analogue à celui du lias de l'Europe, et leur mode de conservation est fort différent de celui des fossiles qui, dans le même

(1) *Beschreibung einer Dr. A. Th. von Middendorff mitgebrachten Ceratiten des arctischen Sibiriens* (*Bull., phys. mathem. de l'Acad. des sc. de Saint-Pétersbourg*, t. V, n$^{os}$ 11, 12, déc. 1845). — *Bull.*, 2$^{e}$ sér., id., vol. VI, n° 13, 1847. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 49 des *Notices*, 1848.

(2) *Bull. scient. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg*, vol. IX, p. 113. — M. Hedenström, dans sa *Description des bords de la mer glaciale*, indique dans l'île montagneuse de Kotelny, près de la rivière Sanikof, de nombreuses Ammonites enveloppées dans des rognons d'argile endurcie qui rappellent l'argile à Bélemnites de la presqu'île de Kanin (*anté*, vol. VII, p. 562 et 565), et l'on peut trouver, suivant M. Pachtussow, des lambeaux caractérisés par des fossiles jurassiques jusque dans la Nouvelle-Zemble. Sur les rives de l'Olenek, les Ammonites jurassiques ont aussi conservé leur test irisé.

pays, appartiendraient à la période jurassique. Les *Ceratites Middendorffi* et *Eichwaldi* rappellent tout à fait des formes de Saint-Cassian, et l'on peut croire que sur les rives de l'Olenek comme dans l'île de Kotelny le trias a réellement quelques représentants (1). Le gypse est signalé dans les roches élevées qui avoisinent le fleuve ainsi que le long du Chargysonka, l'un de ses tributaires.

La présence de ces restes de céphalodes, sous le 75° de lat. N., et par 120° et 135° long E., étonna beaucoup de Buch (2), qui se plaisait à regarder la faune triasique et particulièrement celle du muschelkalk comme un monde organique qui aurait vécu au milieu de l'Europe, isolé de tout le reste du globe, présomption, on doit le reconnaître, que les découvertes ultérieures ont bien peu contribué à détruire. Malgré la présence de Cératites dans d'autres formations, il regardait toujours ces formes comme un guide sûr pour reconnaître le muschelkalk dont les espèces ont, suivant lui, des caractères particuliers qui peuvent servir à les distinguer de celles des dépôts plus récents.

A l'exception de ces indices encore restreints aux rivages de la mer glaciale, tout le reste de l'immense continent asiatique n'a pas encore présenté de fossiles pour guider sûrement le géologue et pour le convaincre qu'il y existe un véritable équivalent du trias de l'Europe. Les caractères minéralogiques joints à quelques relations stratigraphiques souvent obscures ont pu seulement le lui faire soupçonner sur divers points. On a vu qu'il n'en était pas de même des dépôts jurassiques, crétacés et nummulitiques dont nous avons pu suivre des témoins irrécusables, depuis l'Asie occidentale jusqu'aux frontières de la Chine.

Chaîne de l'Himalaya.

Dans la partie méridionale du continent, depuis les vallées supérieures de l'Himalaya qui bordent le plateau du Tibet jusqu'à la mer et particulièrement dans la grande presqu'île de l'Inde au sud du Gange, nous avons exposé avec quelques détails (vol. VII, p. 612-655) ce que nous ont appris les géologues qui ont sillonné le pays en divers sens. Ainsi, nous avons mentionné d'après M. R. Strachey (*antè*, vol. VII, p. 617) une grande assise ressemblant au muschelkalk, dans la coupe de l'Himalaya, comprise entre le passage de Nîti et la vallée supérieure du Setledge ou la haute plaine

---

(1) Voy. Figurin, *Description des rives de l'Olenek* (en russe).
(2) *Ueber Ceratiten* (lu à l'Académie de Berlin, le 20 janv. 1848), in-4° avec 7 pl. Berlin, 1849).

du Tibet. Ces calcaires se trouveraient placés entre les roches paléozoïques bien caractérisées par leurs fossiles et des couches secondaires remplies de coquilles de l'Oxford-clay. Cependant il semble que la chaîne paléozoïque se termine brusquement par une ligne de failles, au nord de laquelle s'élève la falaise jurassique. Les strates supposés appartenir au muschelkalk et dont les relations n'ont pu être bien saisies seraient restés dans les profondeurs de cette dislocation. Les 35 espèces fossiles qui en proviennent appartiennent aux genres Cératite, Goniatite, Ammonite, Spirifer, *Pecten*, Térébratule, *Chonetes? Pholadomya*, qui rappelleraient ainsi par leur association la faune triasique supérieure des Alpes. Des argiles schisteuses et des grès rouge foncé paraissent être associés aux calcaires. Les grès sont semblables à ceux qui, sur d'autres points, surmontent le terrain de transition.

**Région centrale de l'Inde.**

Au sud du Gange, dans la *région centrale ou d'eau douce* de la presqu'île indienne, nous avons décrit successivement (vol. VII, p. 624) des poudingues, des grès, des calcaires, des argiles schisteuses avec des lits de charbon et de nouveaux grès encore plus bas. Les assises arénacées ont été rapportées alternativement au vieux grès rouge (*old red sandstone*) ou au nouveau grès rouge (*new red sandstone*) des îles Britanniques, les observateurs étant presque tous des Anglais, puis les argiles schisteuses et les lits de charbon à la formation houillère, tandis que nous avons vu rapporter aussi à ce dernier niveau d'autres couches charbonneuses de la période tertiaire inférieure ou nummulitique. Nous avons exposé et discuté les diverses opinions émises par les géologues les plus compétents, et il est résulté de cet examen qu'il n'y avait encore aucune preuve décisive que tout ou partie de ces dépôts appartienne au trias. Ces conclusions se sont trouvées confirmées par M. H. J. Carter, dans le résumé qu'il a publié en 1854. Depuis lors, ce savant a donné un ouvrage fort étendu auquel nous renverrons le lecteur (1). On y trouvera motivée par les mêmes arguments la manière de voir à laquelle nous nous sommes rangé, et dans laquelle nous persisterons jusqu'à ce que des données nouvelles et positives viennent nous révéler l'existence d'une faune triasique marine, là où, jusqu'à présent, on n'a trouvé que des débris d'animaux lacus-

(1) *Geological papers on Western India including Cutch, Sind and the South east coast of Arabia*, 1 fort vol. in-8°, avec un atlas de cartes et de planches de coupes. Bombay, 1857.

tres ou amphibies peu caractéristiques et des végétaux terrestres sans valeur suffisante pour résoudre la question.

Nous mentionnerons cependant ici, pour compléter notre travail, quelques recherches faites avec soin et publiées récemment, mais dont les conclusions, quoique différentes, ne reposent pas cependant sur des preuves plus solides, et par conséquent n'ont rien appris de plus que ce que l'on savait quant à l'âge réel de ces dépôts.

Ainsi, MM. W. T. et H. Blanford et W. Theobald (1) ont décrit les dépôts du bassin de Talcheer, situé entre les rivières Brahmini et Mahanuddi, qui s'étendent de sa limite occidentale par 84°, 20′ de longitude jusqu'à quelques milles à l'est de Cuttack, puis les collines de Nilgherry au sud-ouest de Balasore et une petite surface de grès au sud de Cuttack et du Mahanuddi. Cette région est composée de roches métamorphiques, traversées de nombreux dykes de roches ignées et entourant les bassins de dépôts sédimentaires non modifiés (p. 43). Ces derniers sont des grès, des conglomérats et des argiles en partie charbonneuses. Celles-ci occupent deux bassins séparés, celui de Talcheer et celui de Atgurh. Le premier est de beaucoup le plus étendu, et le second, près de Cuttack, se prolonge à 20 milles au delà du Mahanuddi.

Le bassin de Talcheer, à 50 milles au nord-ouest de la même ville, a une étendue de près de 70 milles de l'E. à l'O., avec une largeur moyenne de 15 à 20. Presque toute sa limite nord et une partie considérable de sa limite sud sont marquées par de grandes failles parallèles qui ont occasionné des différences de niveau de 600 mètres. L'horizontalité des couches, l'abondance des bois et l'existence de dépôts superficiels assez épais rendent fort difficile la constatation des rapports stratigraphiques. Les coupes qui ont servi à les établir ont été prises aux extrémités du bassin et particulièrement vers sa limite sud. Les auteurs proposent d'y établir les trois divisions suivantes :

---

(1) *On the geol. structure and relations of the Talcheer coal-field in the district of Cuttack* (*Memoirs of the geol. Survey of India*, vol. I, part. 1, in-8°. Calcutta, 1856. — *Preliminary notice on the coal and iron of Talcheer in the tributary mehals of Cuttack*, par T. Oldham, *ibid.*).

| | | |
|---|---|---|
| Groupe de Mahadewa ou du grès supérieur. | Grès quartzeux, conglomérat et grès grossier, le premier prédominant vers le bas. Point de fossiles. Epaisseur, 450 à 600 mètres. | |
| Groupe de Damoodah ou charbonneux. | *a*. Argile schisteuse bleue et noire, souvent très micacée; nodules de fer et grès feldspathique grossier. Épaisseur, 450 mètres ou davantage.<br>*b*. Argile charbonneuse de Gopalprasad, Talcheer, etc. Épaisseur de plus de 45 mètres.<br>*c*. Argile schisteuse et grès grossier alternants; ce dernier prédomine vers le bas. L'épaisseur de cette assise est de 30 mètres, et l'épaisseur totale du groupe d'environ 547. | |
| Groupe de Talcheer ou du grès inférieur. | *a*. Argile schisteuse bleue noduleuse.<br>*b*. Banc de grès fendillé (*tesselated sandstone*). | Épaisseur de 150 à 182 mètres. |

La puissance totale de ces trois groupes ou séries, estimée ainsi à 1216 mètres, serait probablement au-dessous de la réalité suivant les auteurs, et chacune de ces divisions serait discordante par rapport à celle qui l'a précédée.

MM. Blanford et Théobald en commencent la description par la plus basse, le *groupe de Talcheer*, dont la partie inférieure est une couche de blocs reposant sur le gneiss et passant à un conglomérat. En son absence, le *grès fendillé* est au contact même du gneiss. Les blocs, de $1^m,20$ à $1^m,60$ de diamètre, sont de gneiss et de granite, reliés par un grès à gros grains qui passe insensiblement à une argile schisteuse très fine. Le grès fendillé qui vient au-dessus est quartzeux, compacte, jaune pâle, bien stratifié, jamais ferrugineux, et tend en s'altérant à se diviser en petits fragments polygonaux de $0^m,04$ à $0^m,06$ de diamètre, donnant à sa surface l'aspect d'un carrelage. Son épaisseur ne dépasse pas 60 mètres, et des grès argileux y sont subordonnés. La couche de blocs et de poudingue passe souvent à ce grès dans lequel on indique des tiges présumées de végétaux mais indéterminables, et des traces serpuliformes qui ont été figurées mais que rien ne prouve provenir d'annélides. Ces roches n'occupent point d'ailleurs d'étendues considérables. Les *argiles noduleuses* ont une épaisseur de 120 mètres, sont bleuâtres, verdâtres, très fines, et présentent quelques lits sableux subordonnés. Elles passent quelquefois au grès sous-jacent, mais sont tout à fait

séparées et distinctes des couches qui les recouvrent. On n'y trouve point de débris organiques.

Le *groupe de Damoodah* comprend des grès bruns et gris, grossiers, souvent ferrugineux et des argiles charbonneuses, des argiles bleues, rouges, blanches et des grès. Les débris de plantes sont des *Vertebraria*, des *Pecopteris*, des *Glossopteris* et des *Trizygia*. Ces assises occupent une grande partie du bassin ; elles s'étendent d'une manière transgressive et discontinue sur la surface dénudée du groupe sous-jacent. Les grès feldspathiques affectent souvent un faut délit. On n'y trouve point de cailloux, mais il y a des concrétions ferrugineuses irrégulières à couches concentriques et sans aucun fossile. La partie supérieure est souvent à l'état d'argile schisteuse. Au-dessus sont les argiles charbonneuses de Gopalprasad. Cette division a fourni la plupart des fossiles connus dans ce bassin, et c'est la seule dans laquelle on trouve de vrai charbon, bien qu'en quantité insuffisante pour qu'il soit exploité. On voit alterner les veines d'argile et de charbon, mais cette dernière substance forme aussi des plaques lenticulaires. A Talcheer, sont des empreintes de *Glossopteris*, de *Pecopteris*, des graines peut-être des équisétacées, etc., débris organiques probablement semblables à ceux qui ont été rencontrés dans les dépôts de Damoodah et de Nagpour. L'épaisseur des couches au-dessus du combustible est de 608 mètres.

La superposition du grès supérieur ou de Mahadewa au précédent paraît être assez obscure, si ce n'est sur certains points ; néanmoins elle est regardée comme tout à fait discontinue et transgressive ; le dépôt aurait été précédé de grandes dénudations et suivi de failles nombreuses.

Quant au petit bassin d'Atgurh, on n'y a point observé de fossiles (p. 68).

Le plongement général des dépôts de Talcheer est du S.-E. au N.-O., comme ceux de Nagpour décrits par MM. Hislop et Hunter, et ceux de Damoodah à 330 milles de Nagpour au nord-ouest de Talcheer. Dans un tableau comparatif des environs de cette dernière localité avec ceux d'Orissa, de Nagpour et de Damoodah, MM. Blanford et Théobald retrouvent les trois groupes précédents, plus un quatrième à Nagpour, celui du calcaire dolomitique cristallin de M. Hislop. Les fossiles peu variés sont les mêmes sur ces divers points, comme on peut en juger d'après les observations de M. Williams sur les bassins charbonneux de Damoodah, de Burdwan et de Ramghur. Les auteurs invoquent ensuite les différences de stratification de

leurs trois groupes, la présence de débris de reptiles et d'autres motifs d'une faible importance, pour placer ces dépôts dans une période secondaire fort ancienne, mais ils n'apportent en réalité aucune preuve zoologique nouvelle contre l'opinion émise par M. Hislop. Il n'y a encore dans les assertions de ces géologues aucune raison pour rejeter celle-ci. Ils ajoutent que les végétaux ne peuvent être mis, quant à leur valeur caractéristique, en comparaison avec les débris animaux des argiles de Mangali, [crâne de reptile décrit par M. Owen (1)] ; mais les batraciens *Labyrinthodon* ne sont nullement exclusifs au système permien ou au *magnesian limestone*, comme semblent le croire MM. Blanford et Théobald.

La description des districts de Bancoorah, de Midnapore et d'Orissa (Bengal) (2) n'a rien appris de plus à cet égard, et dans ses remarques sur le genre *Ceratodus* (*C. Hislopianus*, *C. Hunterianus*, *C. virapa*, *C. oblongus* et des coprolithes), provenant de Maledi au sud de Nagpour, M. Oldham (3) ajoute qu'avec le *Brachyops laticeps*, Owen, de Mangali au nord (*antè*, vol. VII, p. 639), les débris de *Dapedius* et de *Lepidotus*, provenant de Kotah, au sud de Maledi, et les caractères des plantes décrites par M. Hislop, il semble qu'il n'y ait aucune raison pour hésiter à voir dans cette partie du district de Nagpour une série de couches représentant dans l'Inde l'ère *mésozoïque inférieure* de l'Europe (p. 309.)

Ces assertions, quoique déduites de recherches géologiques fort attentives et fort utiles pour la connaissance complète de ce pays, et sur lesquelles M. J. Marcou (4) s'est aussi appuyé pour ranger tous ces dépôts dans le trias, n'ont cependant point en réalité, et comme nous le disions en commençant, plus de valeur que tout ce qui a été dit précédemment, et l'existence d'une faune ou d'une flore réellement triasique, ou bien la superposition de dépôts incontestablement jurassiques, ce qui pourrait être un argument d'une certaine importance, reste encore à prouver.

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, 1854, p. 473, et 1855, p. 37.

(2) *On the geol. structure and physical features of the districts of Bancoorah, Midnapore and Orissa*, avec carte (*Mem. of the geol. Survey of India*, vol. I, part. 3, p. 249, 1859).

(3) *On some fossil fish-teeth of the genus Ceratoden from Maledi* (*Ibid.*, p. 295).

(4) *Dyas et trias*, etc., p. 43. Zurich, 1859.

L'île de Singapore située à l'extrémité de la presqu'île de Malacca, est formée, dit M. Low (1), de chaînes de collines peu élevées, séparées les unes des autres par des surfaces marécageuses. A l'exception du Bukit-Temah qui est composé de granite, tout le reste de l'île est occupé par des grès dérangés accidentellement, s'élevant à 161 mètres au-dessus de la mer, ne renfermant point de fossiles et dont le *substratum* n'est pas bien connu. Ils sont recouverts d'une argile ferrugineuse rouge et d'argile feldspathique blanche, pourpre, jaune, grise, bleue, verte, ressemblant assez à du granite décomposé sur place avant qu'il soit passé à l'état de latérite par une longue exposition à l'air. Ces argiles plus ou moins endurcies ont été soulevées aussi et leurs couches diversement contournées. Les grès sont comparés à ceux que nous avons vus décrits par M. Franklin dans le Bundelkund où cet observateur les avait rapportés au nouveau grès rouge. Il est probable que ceux que l'on trouve au nord de Pinang sont du même âge. Souvent ils affectent la forme de masses arrondies, gris ou blancs, d'un aspect cristallin, mais aucune couche charbonneuse ne s'y montre subordonnée. Peut-être cependant les dépôts de Bornéo dans lesquels existe du combustible appartiendraient-ils à la même formation, car à Pulo-Chirmin on les voit associés avec un grès ferrugineux et avec une argile accompagnée de sable rouge qui recouvrent le charbon. Ile de Singapore.

A Pulo-Kang-Arang le combustible est surmonté d'un grès blanc, tendre, auquel succèdent une argile grise et un charbon bitumineux, quelquefois irisé avec du soufre. La variété schisteuse renferme de la pyrite de fer en filets minces ou en cristaux cubiques. Les couches sont horizontales ou très à peu près, et le charbon s'observe sur deux points le long de la côte au nord de Pinang.

En résumé, dit l'auteur, si le grès de Singapore est placé entre le lias et le terrain houiller, sa variété rouge pourrait appartenir au nouveau grès rouge. Mais ces hypothèses ne reposent sur rien de bien solide, puisqu'il n'existe pas de lias ici ni dans l'Inde, et que le charbon n'est nullement prouvé appartenir au système carbonifère. Nous ne pouvons donc encore voir dans ces dépôts, jusqu'à preuve contraire, qu'un ensemble de grès, d'argile et de charbon plus ou moins comparable à celui que nous avons décrit dans la région

(1) *Journ. of the indian archipelago and eastern Asia*, n° 3 1847.

centrale de l'Inde, et rapporté provisoirement avec le plus grand nombre des géologues à l'ère jurassique.

Des roches ferrugineuses (*iron stones*) se présentent souvent en masses détachées ou en lits minces, surtout dans le grès supérieur et dans le banc d'argile. Elles paraissent être d'origine concrétionnée et ont aussi reçu le nom de latérite. Le minerai de fer est à l'état de sable à gros grains, de petits cailloux lisses ou bien en masses de 3 à 4 mètres de diamètre. Il est noir ou brun foncé au dehors, quelquefois scoriacé et celluleux à l'intérieur comme des œtites, et les cavités renferment la même substance à l'état pulvérulent, rouge ou jaunâtre. Ces roches diffèrent d'ailleurs sous beaucoup de rapports du latérite de l'Inde, et l'auteur les regarde comme le résultat de la décomposition lente du granite. A Singapore même ce serait un dépôt sédimentaire formé avec des débris de roches primaires. Les petites îles voisines sont aussi composées de grès de diverses teintes, plus ou moins argileux, passant quelquefois au quartzite, traversés par des filons de quartz, et plus ou moins redressés dans divers sens.

## § 3. — Afrique.

Afrique septentrionale.

Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons déjà dit des *grès de la Nubie* inférieurs à la craie (*antè*, vol. V, p. 423-433). Ils peuvent être compris dans cette formation comme l'ont admis la plupart des géologues qui les ont étudiés et qui sont tous d'accord sur leurs relations stratigraphiques. Il en serait de même dans le Fezzan et dans les régences de Tunis et de Tripoli dont nous avons dit aussi quelques mots (*ibid.*, p. 433), et, malgré leurs caractères minéralogiques, c'est encore à la période crétacée qu'appartiendraient les roches secondaires qu'on y a signalées jusqu'à présent.

Province de Constantine.

Plus à l'ouest, dans la province de Constantine, les recherches de M. Coquand (1) lui ont fait admettre l'existence du trias avec les caractères suivants. En se rendant du chef-lieu de la province à Philippeville et en descendant du Fedj-Kentoures, il a observé une série de couches verticales mises à découvert par les travaux de la route et qui lui ont présenté, à partir des plus anciennes :

---

(1) *Description géologique de la province de Constantine* (*Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. V, p. 1, 1 pl., 1854).

| | Mètres. |
|---|---|
| 1. Phyllades noirâtres, luisants, satinés, très tendres, pénétrés par des veines de quartz laiteux, généralement parallèles aux couches | 60 |
| 2. Phyllades noirs plissés en zig-zag, plus solides que les précédents | 50 |
| 3. Phyllades gris, à cassure terne, plissés, et traversés par une multitude de veines de quartz amorphe, blanc, réticulé | 110 |
| 4. Phyllades gris feuilletés, entrelacés avec quelques filons de quartz | 12 |
| 5. Quartzites micacés à grains fins, lustrés, passant à une anagénite rouge, avec des grains de quartz blancs, noirs, enveloppés dans des feuillets de talcschite, entremêlés de bancs de phyllades grossiers avec des grains de quartz roulés. Cette assise est traversée en divers sens par quelques filons de quartz laiteux | 85 |
| 6. Phyllades noirs, à cassure luisante, ressemblant à l'ardoise. | 10 |
| 7. Argiles phylladiennes grises, se délitant en petites baguettes polyédriques | 10 |
| 8. Calcaire jaune finement saccharoïde, traversé de veines spathiques blanches | 1 |
| 9. Argile grise calcarifère | 5 |
| 10. Calcaire cipolin ou calcschiste glanduleux, rougeâtre et lie de vin, tenace, ressemblant à certaines variétés de marbre Campan | 6 |
| 11. Grès grossier à ciment argileux et anagénites à grain moyen; poudingues avec des cailloux de quartz blanc et des feuillets subordonnés de phyllades et de schistes argileux rougeâtres | 30 |
| 12. Marnes grises, tendres et friables, tachées de violet. | 8 |
| 13. Marnes lie de vin et amarante renfermant quelques plaques de dolomie à grain fin | 15 |
| Total. | 408 |

Cette dernière assise de marnes passe par des alternances aux grands escarpements calcaires de Sidi-Cheikh-ben-Rohou de plus de 150 mètres d'épaisseur et que l'on a vus rapportés au lias inférieur (*antè*, vol. VII, p. 658).

En l'absence de fossiles, M. Coquand recherche dans des analogies de position stratigraphique la confirmation du classement de ce système de couches avec le trias. Ainsi, il invoque successivement l'existence de certaines assises arénacées, marneuses ou dolomitiques, sans fossiles, placées sous le troisième étage du lias le long des Cévennes ou même plus au nord, assises dont une grande partie rentre dans le quatrième étage de ce groupe, puis, les roches

qu'il a décrites au cap Argentaro et dont les caractères pétrographiques ont en effet une grande analogie avec ceux de la coupe précédente, mais dont la position, sous le troisième étage du lias, n'est pas ici plus que ci-dessus une preuve absolue de leur âge triasique. La même objection s'appliquerait aux roches du cap Corvo qu'il a aussi étudiées, car, indépendamment de cette base du lias si importante dans les Alpes et qui manquerait dans ces diverses localités, il resterait encore à déterminer, au moins en l'absence de toute donnée paléontologique, l'âge de leur *substratum* qui devrait être permien ou appartenir à tout autre système de transition. Dans les coupes du Milanais que M. Coquand invoque également, les représentants du quatrième étage du lias (couches de Kössen, d'Azzarola et de Dachstein) sont interposés entre les couches à *Ammonites Bucklandi*, *Conybeari*, etc., et les assises les plus élevées du trias (dolomie supérieure, calcaire d'Eisno, etc.), dont les caractères pétrographiques aussi bien que les fossiles n'apportent encore aucune preuve à l'appui de la supposition de l'auteur.

Ces phyllades, ces calcaires, ces grès, ces quartzites, ces anagénites et ces marnes, regardés comme triasiques, sont d'ailleurs parfaitement concordants avec les strates jurassiques, et indépendants, au contraire, des dépôts nummulitiques du pays. Dans le massif du Djebel-Filfilah, aux environs du lac Fetzara et plus particulièrement au Djebel-Chbebik, des coupes semblables à la précédente démontrent la continuité des deux systèmes dans cette direction. Dans l'Oued-Guet, des grès fins alternent avec des schistes argileux traversés de filons de quartz amorphe.

En suivant le chemin des voitures qui transportent les blocs de marbre à la côte, on trouve jusqu'à la maison Cabaroc un grès fin à grains brillants, à cassure raboteuse, en bancs peu épais, mal stratifiés, passant à un quartzite plus solide qui alterne avec des schistes argileux, grisâtres ou noirâtres, et avec des phyllades satinés, le tout traversé par de nombreux filons de quartz. A la maison que nous venons de citer, un banc de marbre blanc, coupé par le chemin, est subordonné aux quartzites et aux schistes argileux, et il se trouve en relation avec un puissant filon de fer oligiste dont la gangue est de quartz cristallisé.

Lorsqu'on tourne le massif du Filfilah, des quartzites et des phyllades avec des veines de quartz blanc, un schiste argileux noir maclifère, des calcaires grisâtres avec grenats, des marbres noirs passant au marbre cipolin, subordonnés aux schistes, etc., ont été

aussi recoupés, et la superposition du calcaire jurassique aux grès et aux schistes montre les mêmes rapports que dans les montagnes de Fedj-Kentoures et du Djebel-Chbebik.

Sur le bord de la mer, à l'embouchure de l'Oued-Reira, on observe des roches schisteuses et quartzeuses analogues aux précédentes. M. H. Fournel (1) a signalé dans les montagnes de la rive droite de l'Oued-el-Aneb, entre Bone et le Ras-Hadid, les grès quartzeux qui constituent le Cap de fer. Le Djebel-Chahiba de 700 mètres d'altitude, point culminant de ce système, est formé de schistes argileux verdâtres.

En résumé, le trias de la province de Constantine se compose, suivant M. Coquand, d'alternances de schistes argileux, d'anagénites, de grès, de quartzites, de marbres cipolins et de dolomies. Très métamorphisé dans le Djebel-Filfilah, il conserve ses caractères originaires au Fedj-Kentoures et sous les Toumiettes. Il supporte à stratification concordante les calcaires ordinaires et métamorphisés du lias, et il est traversé par des filons de fer, de pyroxène radié, de granite, de porphyre postérieurs aux roches jurassiques. Il est identique avec le trias du cap Argentaro, du cap Corvo par sa position, ses roches et ses caractères généraux. Les couches ont été dérangées suivant deux directions principales : l'une O. 40° S. à E. 40° N. représente le système de soulèvement de la Côte-d'Or (le Fedj-Kentoures, les Toumiettes, le cap de Garde), l'autre O. 18° N. à E. 18° S. représente le système des Pyrénées (Djebel-Filfilah et montagnes comprises entre le Djebel-Edough et le Ras-el-Hadid).

Les doutes que nous avons exprimés ci-dessus relativement à l'âge de ce système complexe et varié ne peuvent, on le conçoit, être diminués par l'examen des dernières localités que nous venons de citer, puisqu'il n'apporte aucun élément nouveau pour résoudre la question. Nous ne pensons donc pas que l'existence du trias dans le nord de l'Afrique soit suffisamment prouvée, et les recherches de M. Coquand dans le royaume de Maroc à l'ouest, de même que ce que l'on sait des pays situés à l'est de l'Algérie, justifient notre réserve. Si l'on voulait trouver quelques analogues à ces couches problématiques pour nous, il semble qu'on devrait plutôt les rencontrer dans ces roches comprises en Toscane et dans les Alpes, sous le nom de *verrucano*, et placées au-dessous des schistes

(1) *Richesse minérale de l'Algérie*, vol. I, p. 43 et 106.

de Werfen ou de l'horizon du grès bigarré. On aurait au moins, faute d'autres, des analogies pétrographiques, et l'on supposerait l'absence complète du trias, ce que l'on peut nier également, à la vérité, tandis que la continuité de la stratification appuierait l'opinion contraire. De quelque côté que l'on envisage ce sujet, on arrive donc nécessairement au doute ; tant il est vrai que, lorsqu'on considère des pays éloignés, il appartient aux fossiles seuls de décider de l'ordre chronologique des dépôts, tous les autres caractères devenant insuffisants.

Afrique méridionale.

Comme pour les formations crétacée et jurassique (*antè* vol. V, p. 482 et VII, p. 666), nous passons de la partie nord du continent africain à son extrémité sud est, sans trouver dans les immenses espaces intermédiaires aucune trace de dépôts triasiques à signaler. C'est encore dans les provinces qui s'étendent le long de la côte, au nord-est du cap de Bonne-Espérance, que nous allons mentionner, d'après les recherches de M. André Geddes Bain (1), un système de couches qui semble représenter celui dont nous nous occupons.

L'auteur a dirigé ses observations depuis les côtes du comté d'Albany jusqu'aux sources des rivières qui arrosent le pays. La limite de cette région commence à environ 450 milles à l'est du Cap, à l'embouchure de la rivière Boschman; la rivière Great-Fish se jette dans la mer à 500 milles du Cap et la Gualena à 15 milles plus à l'est. La partie examinée se trouve comprise entre la côte et le pied nord de la montagne de Winterberg qui en est à une distance de 90 milles.

Aucun granite n'a été observé à l'extrémité orientale de la colonie du Cap. Les roches stratifiées plongent vers l'intérieur; et les plus basses sont des grès quartzeux rouges en partie cristallins. Ils alternent avec des schistes talqueux ; leur direction constante est E.-S.-E., O.-N.-O., et leur inclinaison est très variable. Ainsi, près de Graham-Town, on voit, sur une très faible étendue, jusqu'à six axes ou plis anticlinaux. Ces grès, où l'on a rencontré quelques empreintes de *Lepidodendron* qui avaient fait conclure l'existence de dépôts carbonifères, ont été suivis assez loin de la côte formant le

---

(1) *On the discovery of the fossil remains of Bidental and other reptiles in South-Africa* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 317, 8 janv. 1845. — *Transact.*, id., 2e sér., vol. VII, p. 53, 1845, avec carte. — *Philosophical magaz.*, mars 1845).

Zwarte-Berg qui court parallèlement à celle-ci, à une distance de 70 milles.

Au-dessus viendrait un porphyre argileux, à pâte bleu-clair, avec de nombreux cailloux de quartzites, de roches argileuses, etc., occupant les dépressions des grès précédents, limitées par des chaînons parallèles. Dans quelques-uns, l'épaisseur des grès est de 90 à 150 mètres. Vue en masse, leur stratification n'est pas distincte et ils s'amincissent sur les bords des dépressions. Ces diverses bandes ont été suivies sur une longueur de 80 milles.

Si de Graham on prend la route militaire du fort Beaufort, qui en est à 40 milles, on trouve à 8 milles de la ville le porphyre argileux, alternant et renfermant des lits minces de calcaire dur, bleu, impur. Plus au nord, les schistes des hauteurs d'Eccà renferment un lit de $0^{m},23$ d'épaisseur composé de débris de végétaux. A la rivière Great-Fish, le plongement des schistes diminue de 30° à 5°. Lorsqu'il y a une vallée d'élévation, le schiste est remplacé par un grès verdâtre rempli de nodules calcaires bleus. Au delà, est une seconde vallée d'élévation ; le signal de Dans-Hoogte est établi sur une veine dioritique, et le fort de Beaufort lui-même se trouve à 516 mètres d'altitude dans une sorte de bassin entouré de collines pittoresques.

La roche de ce pays est un grès schisteux, se désagrégeant facilement, et renfermant des nodules calcaires argilo-ferrugineux, bleu-grisâtre, qui ressemblent à des *septaria*. Dans ces nodules, se trouvent des ossements fossiles recouverts d'un mince enduit calcaire. Au poste de Menkasan, les mêmes couches ossifères avaient offert quelques coquilles qui, malheureusement, n'ont été ni déterminées, ni conservées. Au delà de Beaufort, une nappe dioritique de 15 mètres d'épaisseur recouvre le grès d'une manière concordante, ce qui, d'ailleurs, est le cas de toutes les masses dioritiques au sud du Winterberg. Lorsqu'on atteint la première plate-forme de ce massif, on rencontre une autre assise de diorite, et plus haut viennent des alternances de grès et de cette même roche très faiblement inclinée. La base du pic est couverte d'épaisses forêts. Les escarpements sud-est sont formés de grès stratifiés, tendres, traversés par des basaltes, des diorites et des syénites. Le sommet du pic lui-même est une masse tabulaire de trapp à environ 1800 mètres au-dessus de la mer.

A plusieurs centaines de milles vers l'ouest, s'étend une région de grès horizontaux recouverts sur les points élevés par le basalte,

roche qui traverse aussi les couches, sous forme de dykes nombreux. Pour se faire une idée de la structure géologique du singulier pays que l'on a sous les yeux du sommet de cette montagne, dit M. Bain, qu'on se représente une plaine ayant de 500 à 600 milles de l'E. à l'O. sur 200 du N. au S., élevée de 1000 à 1200 mètres au-dessus de la mer. Sur cette surface, sont posées des chaînes de montagnes ou bien des massifs isolés, de 550 à 1000 mètres de hauteur, couronnés par des trapps. Supposons encore que toutes les roches stratifiées horizontales soient coupées en tous sens par une multitude de dykes trappéens dont l'épaisseur varie de 0$^{m}$,20 jusqu'à 100 mètres, et dont beaucoup ont plus de 50 milles de longueur, et l'on comprendra l'étonnement dont est frappé le voyageur à l'aspect de cette étrange nature, qui, depuis une distance variable de la côte, s'étend de Roggeveld, situé à environ un degré à l'est du Cap, jusqu'au territoire d'Amatenbu, 8 degrés à l'est.

La coupe-profil que donne l'auteur rappelle tout à fait ces plateaux trappéens qui descendent à l'est de la chaîne des Ghates dans le Deccan, et que nous avons vus si bien décrits par M. Sykes (*antè*, vol. III, p. 511).

Sur le côté nord de la chaîne de Torka au delà du Winterberg près de la rivière Orange, M. Bain a retrouvé les débris de ces animaux vertébrés qu'il avait observés en deçà, ainsi que dans le district de Graaff-Reinet près de 100 milles à l'ouest de ce point. Quant à l'âge de ces grès où il n'a observé de coquilles qu'en un seul point, il est difficile de se prononcer. Une Ammonite a été trouvée vers le sommet de la Spitzkop ou Compass-Berg, à plus de 2000 mètres d'altitude ; mais rien ne constate que ce fossile, que l'auteur croit être l'*A. planulatus*, appartienne aux couches à reptiles.

A 140 milles au nord du Winterberg, on atteint le Nu-Gariep ou fleuve Orange dont le lit est rempli de cailloux, de serpentine, de stéatite, d'asbeste, d'agates, d'amygdaloïdes noires et blanches, espèces minérales ou roches tout à fait différentes de celles que roulent les cours d'eau de la colonie du Cap. Du comté d'Albany jusqu'au delà de la rivière Orange, on paraît avoir constaté un bassin houiller considérable, mais peut-être s'agit-il encore ici de dépôts charbonneux analogues à ceux que nous avons vus dans l'Inde, et que nous retrouverons encore, toujours aussi problématiques, dans d'autres pays. Enfin, les bords de la rivière Alexander ou Moddar, par 29° lat., ont aussi présenté une tête de ces animaux

vertébrés qui semblent caractériser à eux seuls ce grand système arénacé.

Plus récemment, M. Bain a donné sur l'Afrique méridionale une note (1) accompagnée d'une carte de cette portion du continent et de coupes générales qui offrent un vif intérêt en ce qu'elles résument tout ce que l'on sait jusqu'à présent sur sa constitution géologique.

L'auteur divise en quatre parties la série lacustre qui renferme des restes de reptiles et de plantes, et qu'il désigne sous le nom de *Série de Karoo.* Ce sont, au nord d'Albany, des grès et des argiles schisteuses bleues avec des nodules calcaires et des diorites intercalés, qui se divisent en une assise supérieure *a* renfermant des restes de reptiles, des bois silicifiés, des lits minces de charbon, et une inférieure *b* renfermant aussi des restes de reptiles, des coquilles bivalves indéterminées, des *Asterophyllites* et peut-être des *Lycopodium ?* Le grès particulier du fort de Beaufort est subordonné à cette assise. Les deux autres divisions, aux environs ou sous le méridien de cette dernière localité, comprennent, l'une, des bancs schisteux argilo-calcaires avec des restes de plantes et des troncs d'arbres silicifiés, l'autre, des couches argilo-schisteuses bleues avec des empreintes de plantes seulement.

La teinte qui, sur la carte, représente le *grès à reptiles* (n° 15), occupe tout le pays au nord des *grès et des schistes avec plantes lacustres* (n° 14), qui s'étendent de l'E. à l'O., de la rivière Keiskama, près de la côte, jusqu'aux trois quarts de la largeur du continent sous le 33° lat. austr. Le grès avec des bois, du charbon et des restes de reptiles (n° 16), est compris au nord-est entre la chaîne de Storm-Bergem, le Witte-Berg, le Diakenberg et une ligne du grès précédent qui remonte au nord, s'étendant ainsi à travers tous les affluents du bassin supérieur de la rivière Orange ou Nu-Gariep.

Dans le profil du cap des Récifs à la rivière Zekoe, près de sa jonction avec le fleuve précédent (pl. 21. n° 2), on voit aux porphyres argileux de la rivière Brak succéder des grès qui plongent au N. et renferment des débris de plantes. Les grès avec restes de

(1) *On the geology of Southern Africa*, avec carte et coupes (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. VII, p. 175, 1856, pl. 20-28). L'auteur a ajouté à son mémoire (p. 176) des indications bibliographiques relatives à la géologie de ce pays.

vertébrés sont partout horizontaux, mais traversés par des dykes de diorites qui couronnent aussi de nappes horizontales les collines ou les simples buttes séparant les vallées. Le Spitz-kop ou Compass-Berg n'est qu'un de ces dykes qui coupe obliquement les grès et forme une pointe culminante.

Le profil n° 3, qui s'étend de Kowie à la rivière Caledon, montre de plus, au delà du grand Winterberg et au-dessus du grès précédent toujours horizontal, traversé et recouvert par des dykes et des nappes dioritiques, le grès avec des bois silicifiés, du charbon et des débris de reptiles. C'est dans le grès schisteux de Middle-Roggewild, dont l'épaisseur est de 350 mètres, que M. Bain a recueilli une plante voisine des *Asterophyllites* du terrain houiller et une espèce de *Lycopodium.*

Le caractère le plus remarquable de la géologie du sud de l'Afrique est, comme on l'a vu, la multitude des dykes de trapp qui forment une sorte de réseau dans toute la région des grès à reptiles. La matière ignée, en atteignant la surface, est venue recouvrir les plus hautes cimes par d'énormes masses columnaires et prismatiques. Le plus considérable de ces massifs est le dyke gigantesque qui s'élève du Spitz-kop à 3040 mètres d'altitude, sans que l'horizontalité des couches qu'il traverse ait été dérangée nulle part. Cette montagne, qui paraît être la plus élevée de l'Afrique méridionale, est située à 100 milles à l'ouest-nord-ouest du Winterberg. On n'y remarque d'ailleurs aucune faille. La roche est seulement endurcie et celluleuse dans son voisinage, quelquefois jusqu'à la distance de 40 ou 50 mètres, et elle présente accidentellement une division en prismes hexagonaux.

En résumé, ces dépôts sont intéressants par leur grand développement en surface, leur uniformité et leur homogénéité, par les nombreux bois fossiles et les autres végétaux qui sont semblables dans toute la hauteur de la série, par l'abondance des plantes d'eau douce disposées verticalement à la place même où elles ont vécu, par les caractères particuliers de reptiles inconnus ailleurs, par l'absence de débris organiques marins, et par l'existence, au contraire, de petites coquilles d'eau douce et d'un poisson hétérocerque ; d'où l'auteur conclut que ces dépôts sont au moins aussi anciens, s'ils ne le sont plus, que le nouveau grès rouge des îles Britanniques.

Malgré ces détails pleins d'intérêt, on doit reconnaître que les données stratigraphiques propres à établir l'âge de ce grand sys-

tème de grès de l'Afrique méridionale sont encore fort incomplètes et insuffisantes. On peut supposer qu'il est inférieur, non-seulement aux couches crétacées dont nous avons parlé; mais encore à quelques rudiments de dépôts jurassiques suffisamment caractérisés par leurs fossiles, mais son *substratum* immédiat semble être encore ici, comme sur tant d'autres points, tout à fait inconnu. De même que dans l'Inde, les débris d'animaux marins manquent complétement, et les seuls fossiles que M. Bain ait recueillis, fossiles qui constituent pour la zoologie une précieuse acquisition, sont des ossements de reptiles étudiés avec un grand soin par M. R. Owen (1).

Ce savant leur a trouvé des caractères qui les distinguent de tous les genres décrits jusqu'à présent, et il les désigne sous le nom de *Dicynodon*. Le trait le plus remarquable de leur organisation est la présence de longues défenses fort pointues, recourbées en bas, semblables à celles des morses ou veaux marins, attachées à chaque maxillaire supérieur et dépassant la mâchoire inférieure. Cette disposition, déjà rare chez les mammifères, ne s'était pas encore présentée chez les reptiles. Le crâne est conforme au type des lacertiens, mais avec des modifications propres aux crocodiliens et aux chéloniens. Aucune autre sorte de dents n'est développée. La mâchoire inférieure était garnie, comme dans les tortues, d'un étui corné tranchant. Les vertèbres sub-biconcaves, comme dans la plupart des anciens sauriens, indiquent que ces reptiles devaient être bons nageurs et vivaient probablement dans l'eau. D'un autre côté, la disposition du passage osseux des narines prouve qu'ils devaient venir à sa surface pour respirer l'air en nature. Quelques plantes voisines des *Lepidodendron* font supposer que ces animaux ont vécu vers le commencement de l'époque secondaire, et que les grès à *Dicynodon* sont de la même formation que ceux qui renferment en Europe les restes de *Labyrinthodon* et de *Rhynchosaurus* dont les reptiles d'Afrique se rapprochent plus que de tous autres, par l'absence de dents. L'ordre nouveau des *Dicynodontia* de M. Owen, le troisième des reptiles amphibies, comprend aujourd'hui les D. *lacerticeps*, *testudiceps*, *strigiceps* et *tigriceps*. L'*Oudenodon Bainii*, recueilli par M. Bain dans les calcaires bleus

(1) *Description of certain fossil crania discovered by A. G. Bain*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 318, 1845.—*Transact.*, id., 2ᵉ sér., vol. VII, p. 59, 1845, 4 pl.—*Ibid.*, part. II, p. 83.— *Ibid.*, part. III, p. 233 et 241, 2 pl., 1856).

argilo-ferrugineux du même pays appartient à l'ordre des cryptodontes.

De son côté, M. R.-N. Rubige (1) a signalé des Calamites et des Lepidodendron à Jackal's-kop sur le versant oriental de la chaîne de Stormberg dans les mêmes dépôts que ceux de Drakensberg et de Smithfield (gouvernement de la rivière Orange), puis des plantes ressemblant aussi à des Calamites dans la partie occidentale de la Zmerbengen. Ces divers végétaux paraissent être analogues à ceux que M. Bain a recueillis à Ecca-Heights dans des roches de la série de Karoo. Des os de *Dicynodon* ont aussi été trouvés non loin de la rivière Caledon et à Halse's farm, à 6 milles de Smithfield. Enfin, ces couches reptilifères ou de Karoo existent dans le Drakensberg, à Harriesmith, à Winburg et même à Megalisberg.

Si l'on continue à remonter la côte orientale du continent au N.-E., on reconnaît que les environs de Port-Natal sont formés, suivant M. P.-C. Sutherland (2), jusqu'à 20 et 30 milles dans les terres, de grès et d'argile alternant avec des trapps et contenant des lits de charbon avec des empreintes végétales. Ce combustible sec, peu bitumineux, est souvent mauvais. Les lits sont peu épais, et réunis ; ils n'ont pas plus de 1$^{m}$,30. Les caractères des plantes semblent devoir plus les rapprocher de la flore jurassique que de la flore carbonifère, et les os de sauriens que l'auteur croit appartenir à un Ichthyosaure pourraient bien provenir d'un *Dycinodon*, ainsi qu'on l'a fait remarquer, et relier ainsi ces grès à ceux de la grande région qu'a parcourue M. Bain.

Les détails disséminés çà et là dans l'itinéraire suivi par le docteur Livingston (3) seraient peu instructifs s'ils n'avaient été réunis et condensés théoriquement dans un profil général tracé à travers le centre de l'Afrique méridionale, et qui montre la constitution géologique de la haute vallée occupant le milieu de cette partie du continent et de ses portions latérales jusqu'aux deux

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XII, p. 237, 1856. — M. J. Morris, en regardant ces végétaux comme de l'époque secondaire, ne se prononce pas absolument pour les rapporter au trias ou à la formation jurassique. Il y fait remarquer néanmoins la prépondérance des cycadées (*Transact. geol. Soc. of London*, 2$^{e}$ sér., vol. VII, p. 227, *nota*).

(2) *Ibid.*, vol. XI, p. 465, 1855.

(3) *Missionary travels and researches in South Africa*, p. 569, in-8°. Londres, 1857.

mers. Cette coupe a été prise à l'ouest entre le 8ᵉ et le 12ᵉ degré, et à l'est, entre le 15ᵉ et le 18ᵉ degré de latitude.

On remarque, à partir de l'ouest ou des côtes de l'Atlantique, un système de grès puissant, bien stratifié, de dessous lequel sortent des argiles rouges surmontées d'un conglomérat ferrugineux. Des tuffs et des trapps d'une grande épaisseur occupent presque tout le fond du grand plateau central largement déprimé en bassin vers le milieu. Ils s'appuient, sur son bord oriental, contre une zone de micaschistes appuyée elle-même à l'axe granitique de Kalomo élevé de 1520 mètres, et paraissant marquer, sous cette latitude, la ligne de partage des eaux des deux océans. Au delà, se montre une nouvelle zone de micaschistes, avec des marbres et des dykes nombreux et puissants de trapps qui la coupent en divers sens. Des grès semblables à ceux de l'ouest leur succèdent et renferment des veines de charbon. Ils sont aussi traversés par des trapps porphyriques noirs ou vésiculaires. Dans les argiles changées en porcellanite, sont des restes de palmiers, de conifères et des bois silicifiés. Des schistes siliceux compactes, redressés, des roches ignées, de nouveaux tufs volcaniques, et enfin des dépôts coquilliers modernes se succèdent jusqu'à la côte orientale.

Les grès, à l'ouest, s'élèvent à 1221 mètres vers Pungo et Andongo, et atteignent seulement 456 mètres à l'est. Le lac Ngami qui se trouve à la jonction des trapps et des glomérats vers le milieu du plateau central est à 760 mètres au-dessus de la mer.

Cette région, que le savant voyageur a parcourue jusque vers le 21ᵉ degré de latitude méridionale, se trouve ainsi à 7 ou 8 degrés au nord du Nu-Gariep ou du district de la rivière Orange que nous venons de voir occupé par les grès à *Dicynodon*. Elle en est séparée par le grand désert de Kalahari et le territoire des Bichuanas. Mais ce que l'on sait du relief de ce pays ne s'opposerait point à ce que l'on pût regarder les grès observés par M. Livingston, au nord du tropique, comme le prolongement de ceux que M. Bain et d'autres géologues ont décrits au sud (1).

(1) Voy. aussi : T.-H. Huxley, *Neue Dicynodon-art* (*London-Edinb. and Dublin Philos. Magaz.*, vol. XVII, p. 306, 1859. — *Ibid.*, p. 373. — W. Carruthers, Sur la géologie de Swellendam dans le sud de l'Afrique (*Edinb. New Philos. Journ.*, vol. X, p. 143, 1859).

# CHAPITRE XII.

## FORMATION TRIASIQUE DE L'AMÉRIQUE.

### AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

Ce que nous avons à dire des dépôts rapportés au trias dans le grand continent américain vient encore justifier, comme ceux de l'Afrique, la pensée de de Buch, que nous avons rappelée ci-dessus (*antè*, p. 579). Partout en effet on est frappé de l'extrême rareté des animaux marins, si même il en existe. Dans toute l'étendue de ces immenses terres qu'ont parcourues tant de géologues et de voyageurs depuis vingt-cinq à trente ans, nous n'apercevons rien qui rappelle ni la faune du muschelkalk de la France et de l'Allemagne, ni celle du groupe supérieur des Alpes, non plus que les flores si caractéristiques du grès bigarré des Vosges et des marnes irisées de la Souabe et de la Franconie. Quelques empreintes de plantes de caractères mixtes ou douteux, quelques débris de reptiles ou de poissons dont les caractères également peu tranchés ont donné lieu à des interprétations diverses, et dont la présence est par conséquent un sujet de discussion plutôt qu'un argument d'une valeur réelle pour déterminer l'âge des couches qui les renferment, telles sont les faibles ressources que nous offre la paléontologie. Les données stratigraphiques ne sont pas moins incomplètes dans la plupart des cas par l'absence, soit au-dessus, soit au-dessous, d'un ou plusieurs des termes de la série géologique normale. Les caractères pétrographiques et minéralogiques seuls viennent appuyer, par une constance et une uniformité qu'on ne retrouve dans aucune autre formation, le synchronisme de tous ces dépôts arénacés, argileux ou marneux, rouges et panachés, qu'on retrouve sur tant de points du globe. Remarques générales.

On conçoit qu'avec des éléments de détermination aussi incomplets, ces mêmes dépôts aient été l'objet d'opinions très différentes, malgré des études attentives et multipliées. Ainsi, on a déjà vu que les couches charbonneuses de la Virginie, rapportées d'abord au vieux grès rouge, puis au système carbonifère et à la période

jurassique, où nous les avons laissées provisoirement avec la plupart des géologues du pays (*antè*, vol. VII, p. 667), avaient été aussi replacées dans le trias par quelques observateurs. Quoique soumis à moins d'oscillations, la place définitive du grès rouge du New-Jersey, du Connecticut, du Massachusetts et de la Nouvelle-Écosse n'est pas encore unanimement admise, et, quant à celui du littoral sud du lac Supérieur, la divergence d'opinion la plus complète existe à son égard, de même que pour les grès rouges situés plus à l'ouest.

Au milieu de ces assertions contradictoires, nous essayerons, sans revenir sur ce que nous avons déjà dit, de présenter au lecteur un tableau aussi clair qu'il nous sera possible de l'état de la question en chaque point, d'abord le long de l'Atlantique, depuis la baie de Saint-Georges à l'extrémité de Terre-Neuve jusque dans les Carolines, puis à l'ouest, sur les flancs et dans l'intérieur des Montagnes-Rocheuses. Tout l'espace compris entre les Apalaches et les premières pentes de ces montagnes n'a présenté aucun dépôt que l'on puisse rapporter à cette période secondaire; ceux que l'on observe dans la vallée proprement dite du Mississipi, qui sépare les deux rides montagneuses et complexes de l'Amérique du Nord, sont ou plus anciens ou plus récents.

Distribution géographique.

Sur la carte des États-Unis donnée par W. Maclure (1) il y a un demi-siècle, les dépôts triasiques de la zone orientale ou atlantique sont compris sous la dénomination générale de roches secondaires, et indiqués d'une manière discontinue, depuis la vallée du Connecticut jusqu'aux environs de Richmond (Virginie). A l'ouest des Alleghanys et jusqu'à la rive gauche du Mississipi, il n'y a également que des roches secondaires qui toutes ont été rangées depuis dans le terrain de transition.

Trente-cinq ans après, un géologue anglais, coordonnant ses propres recherches avec celles des observateurs qui dans cet intervalle avaient exploré la même surface, rapporta avec doute, comme on l'a vu, sur sa *Carte géologique des États-Unis et du Canada* (2), les dépôts charbonneux de la Virginie. Il traça, sous la dénomination de *nouveau grès rouge*, une large bande occupant le fond de

---

(1) *Journal de phys. et d'hist. nat. de Lametherie*, vol. LXXII, 1811. — *Transact. of the Amer. phil. Society*, vol. VI, 1809. — Rédaction par M. J. Marcou : *Geology of North-America*, pl. 9, 1858.

(2) Ch. Lyell, *Travels in North America*, 2 vol. in-12. Londres. 1845.

la vallée du Connecticut, depuis la limite du New-Hampshire jusqu'à New-Haven sur la côte. A partir de la rive droite de l'Hudson une autre bande qui s'infléchit à l'est pour descendre au sud, en se rétrécissant, et se terminer avant d'atteindre la rivière James, est également tracée. Au delà de cette dernière, trois lambeaux semblables sont allongés dans la même direction. Un peu à l'est, une bande parallèle à la précédente s'étend de la rive droite du Potomac au-dessous de Washington au sud, jusqu'à la hauteur de Petersburg. C'est dans cette bande que sont compris les dépôts charbonneux précités. Les uns et les autres sont partout placés au milieu de roches cristallines ou métamorphiques.

Si nous jetons actuellement un coup d'œil sur deux cartes géologiques générales publiées simultanément dix ans après celle de sir Ch. Lyell, nous aurons une idée de la marche de la science sur le sujet qui nous occupe et en même temps des opinions les plus opposées auxquelles il a donné lieu. Nous reprendrons ensuite dans chaque pays l'examen détaillé des couches.

M. H.-D. Rogers (1) comprend, sous la dénomination d'*Older mesozoic :* 1° le charbon jurassique (*jurassic coal, d*) ou les dépôts charbonneux de la Virginie (*antè*, vol. VII, p. 667) qui seraient pour lui l'équivalent du lias d'Angleterre ; 2° un grès rouge jurassique (*jurassic red sandstone, e*) qui représenterait les couches jurassiques les plus anciennes ou les couches triasiques les plus récentes de l'Europe. Par cette dernière dénomination, l'auteur fait-il allusion au quatrième étage du lias qui ne pouvait guère être bien compris alors de l'autre côté de l'Atlantique, aux marnes irisées, ou bien à certaines divisions du trias des Alpes? C'est ce qu'il serait difficile de dire. Quoi qu'il en soit, la teinte qui représente le *grès rouge* ne s'observe que dans la région orientale ou de l'Atlantique. Elle y occupe, au nord, dans la partie méridionale du golfe Saint-Laurent, l'île entière du Prince-Édouard et la portion de la côte au nord-ouest, comprise entre la baie de Gaspe et celle des Chaleurs, puis au sud-ouest, comme sur la carte de M. Lyell, le fond de la vallée du Connecticut, depuis la limite de l'état du New-Hampshire jusqu'à la mer. A partir de la rive droite de l'Hudson, à

(1) *Geological map of the United States and british North-America*, 1 feuille. Boston, 1855, accompagnée d'une coupe géologique à travers les Apalaches, depuis la côte du New-Jersey jusqu'au lac Ontario.

l'ouest de New-York, le grès rouge recouvre une surface assez considérable dans le New-Jersey, forme une zone flexueuse qui traverse le Maryland et est représentée jusqu'à la Caroline du Nord par plusieurs bandes allongées, comprises dans les massifs cristallins ou métamorphiques. Plus à l'ouest, dans le bassin du Mississipi, dans la région des Montagnes-Rocheuses et jusqu'au Pacifique, le grès rouge n'aurait plus aucun représentant.

Suivant M. J. Marcou (1), qui semble s'être donné la mission d'agrandir partout le domaine du trias, tantôt aux dépens des formations plus récentes, tantôt aux dépens d'autres plus anciennes, les dépôts de cet âge auraient un immense développement dans l'Amérique du Nord. Dans la zone orientale l'ensemble des couches que cet auteur comprend sous la dénomination de terrain du nouveau grès rouge, et qui correspond assez à l'*Older mesozoic* de M. Rogers, borde la formation houillère sur le pourtour de la baie de Saint-Georges, à l'extrémité sud de Terre-Neuve, occupe la plus grande partie des îles Madeleine, l'île du Prince-Édouard et une portion de la côte nord de la baie des Chaleurs. Dans le nord-ouest de la Nouvelle-Écosse une bande étroite de grès secondaire est comprise entre les roches siluriennes et une bande de trapp qui longe la côte. La partie nord de l'île Grand-Manau en serait formée, ainsi que la côte opposée de l'État du Maine. Plus au sud, jusque dans les Carolines, la disposition de ces couches est à peu près celle que nous avons indiquée d'après les cartes précédentes.

Mais au delà du Mississipi, dans toute la région des Montagnes-Rocheuses, entre le 30ᵉ et le 45ᵉ degrés de latitude, depuis le 96ᵉ jusqu'au 115ᵉ degré de longitude occidentale, le trias occuperait plus de la moitié de la surface du sol. En outre, dans la partie nord de cette vaste étendue, il se recourbe vers l'E., en contournant le massif cristallin de Minesota, et se poursuivrait dans cette nouvelle direction, limité au nord par d'autres roches cristallines, de manière à occuper tout le littoral sud du lac Supérieur.

Si l'on compare maintenant, sur les deux cartes générales que nous venons de citer, la distribution du trias dans cette région occidentale de l'Amérique du Nord, on trouvera la discordance la plus

---

(1) *Carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises de l'Amérique du Nord* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. XII, p. 928, pl. 20, 1855. — *Ann. des mines*, 5ᵉ sér., vol. VII, 1855. — *Petermann's geographische Mittheilungen*, vol. I, p. 155, juillet 1855).

complète. M. Marcou voit en effet le trias et la formation jurassique là où les géologues américains ne reconnaissent que des dépôts crétacés et sur le bord méridional du lac Supérieur des roches siluriennes les plus basses.

### § 1. — Région orientale ou de l'Atlantique.

Nouvelle-Écosse et Nouveau-Brunswick.

La côte nord-ouest de la Nouvelle-Écosse, dans la baie de Fundy, est formée, suivant M. Emmons (1), sur une étendue de 130 milles, de roches trappéennes, de nouveau grès rouge et d'amygdaloïdes. Des diorites y affectent souvent la structure prismatique. Les amygdaloïdes renferment des zéolithes, les diorites des silicates, le grès, presque toujours horizontal, du gypse. Le contact de ces diverses roches ne semble pas offrir de séparation très nette; on y observe une sorte d'enchevêtrement qui rend leur distinction difficile. Sur quelques points de la côte les couches sédimentaires sont fort altérées et les grès alternent avec des argiles rouges (2).

Les côtes du Nouveau-Brunswick sont couvertes de blocs de roches primitives et d'un conglomérat qui pourrait être de l'âge des grès précédents; le tout repose sur des schistes talqueux développés près de Quaco. A la pointe de Pierre l'amygdaloïde renferme la laumonite, la thomsonite, l'apophyllite, l'heulandite et la mésotype. Dans l'île de Patridge on y trouve la stilbite et la chaux carbonatée. Le cap Blomidon qui termine la chaîne des *North-Mountains* présente un escarpement abrupt, d'une hauteur d'environ 130 mètres. A peu de distance le grès rouge se montre en couches horizontales, et son épaisseur, depuis le niveau de la mer jusqu'à l'assise d'amygdaloïde qui le recouvre, est d'environ 100 mètres. La cime de la montagne est formée par le diorite qui se trouve à 30 mètres au-dessus du grès et dans lequel on a rencontré l'améthyste, l'hornstein, l'héliotrope, l'apophyllite, etc. Les deux îles au nord-est de Parsboro sont aussi composées d'amygdaloïdes et de diorites avec beaucoup de substances minérales et reposant au niveau de la mer

---

(1) *Notice of scient. expedition in Nova Scotia* (*Amer. Journal*, vol. XXIX, p. 330, 1836).

(2) Voyez aussi : Ch.-T. Jackson et F. Alger, *Remarks on the Mineralogy and Geology of the peninsula of Nova Scotia* (*Mem. of the Amer. acad. of Cambridge*, vol. I, *new ser.*, 1833.—*Amer. Journ.*, vol. XIV, 1828 : — *id.* vol. XV, 1829. — Ch. Lyell. *Travels in North America*, vol. II, p. 172, 1845).

sur le grès rouge. L'île de Spencer, formée de trapp columnaire, ne laisse pas affleurer les amygdaloïdes qui sont au-dessous de l'eau, mais les diverses variétés de quartz et les zéolithes y sont également répandues. Au cap d'Or, des variétés d'apophyllite sont très remarquables ainsi que des masses de cuivre natif. Enfin, aux environs de Digby, les roches trappéennes très développées sont encore remplies de diverses substances minérales.

M. Logan (1) qui a décrit le terrain houiller des environs de Pictou, sur la côte nord de la Nouvelle-Écosse, pense que les couches de gypse, avec les grès, les argiles et les calcaires qui s'y trouvent associés, non-seulement sont plus récentes que les dépôts carbonifères, mais encore qu'ils les recouvrent transgressivement. Les fossiles seraient différents de ceux des périodes carbonifères et à plus forte raison de ceux des périodes antérieures ; ils le seraient également de ceux du lias et des formations plus récentes, tandis qu'ils affecteraient les caractères généraux des restes organiques qu'on rencontre dans le trias.

M. Abr. Gesner (2) a signalé aussi un grès rouge avec du gypse et des calcaires recouvrant les dépôts houillers des bords de la Jolly et de la Debert. Dans les districts de Windsor, de Rowdon, de Douglas, de Truro, etc., un grès micacé rouge alterne avec des argiles rouges, des calcaires et du gypse, et le tout, parallèle aux couches précédentes, serait de l'ère triasique. La côte nord-ouest de la Péninsule, le long de la baie de Fundy, depuis l'île Brière jusqu'au cap Blomidon, offre une bande continue de trapp, de diorite et d'amygdaloïde qui ont dérangé des grès appartenant au vieux grès rouge et au terrain houiller, suivant une direction qui se trouve dans le prolongement sud-ouest de la chaîne de Cobequid. De son côté, M. Lyell (3) dit que les grès rouges, les marnes rouges et les gypses, certains calcaires marins avec des bancs d'argile schisteuse et des veines de charbon appartiennent réellement au système carbonifère et non au système permien ou au trias qui, d'après ce savant, n'aurait aucun équivalent dans les provinces

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 711, 1842.

(2) *A geological Map of Nova-Scotia with an accompanying memoir* (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 186, mai 1845).

(3) *Amer. Journ.*, vol. XLV, n° 2, juill.-sept. 1843, p. 356.— *Travels in North America*, vol. II, p. 177, 1845.—*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 184, 1843.

anglaises du nord de l'Amérique (1). Depuis lors M. Gesner (2) s'est rangé à cette dernière opinion.

Le célèbre géologue anglais admet dans la formatian carbonifère de ce pays trois divisions ou groupes. La division moyenne est celle qui fournit la houille exploitée ; l'inférieure comprend une masse énorme de grès rouge brun, de marnes rouges renfermant vers le bas des couches de gypse et des calcaires avec des coquilles marines et des polypiers, dépôts dont la plus grande partie avait été rapportée au nouveau grès rouge, tandis que la division supérieure est formée de grès et d'argile avec Modioles (coupe des falaises au sud de Roggins près Minudie). Cette dernière, avec la série correspondante des environs de Pictou et les grès inférieurs de l'île du Prince-Édouard, constituerait les derniers dépôts de la période carbonifère dans lesquels aucune veine de charbon n'a été constatée. Sur les deux cartes générales géologiques de l'Amérique du Nord, publiées en 1855, ceux-ci ont été, comme on l'a dit, rapportés au trias.

M. J.-W. Dawson (3) a placé aussi dans le système carbonifère inférieur les grands dépôts de gypse de la Nouvelle-Écosse, et il a fait remarquer que le nouveau grès rouge ne renferme que quelques veines peu importantes de cette même substance. Plus tard, le même géologue (4) a traité des dépôts supérieurs aux gisements de houille exploitée, et les a désignés sous le nom de *Newer coal formation* dans la partie orientale de la Nouvelle-Écosse. Ces dépôts sont en relation intime avec les couches carbonifères de Pictou, atteignent une épaisseur considérable, et, bien que ne renfermant aucun banc de combustible exploitable, pas plus que des minerais ni du gypse, ils sont trop intimement liés aux précédents pour qu'on puisse les en séparer géologiquement. Leur flore est la continuation de celle qui les a précédés et elle a vécu pendant une série de grès rouges plus récents et contemporains de certains vertébrés terrestres. La base de ce groupe supérieur est un conglomérat grossier qui le sépare des vraies couches houillères aux mines

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 712.—Murchison, *Address delivered*, etc., févr. 1843 ; — *ibid.*, vol. IV, p. 125.

(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 129, 1849.

(3) *Proceed. Acad. natur. sc. of Philadelphia*, vol. III, p. 271, 1847.

(4) *On the newer coal formation of the eastern part of Nova Scotia* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 322, 1845).

d'Albion où il est aussi formé de grès rouges, gris, d'argiles schisteuses grises et rouges peu inclinées et se continuant jusqu'au golfe de Merigomish avec une épaisseur d'environ 600 mètres, sans offrir de combustible ni de bancs calcaires d'une certaine importance.

Le véritable grès rouge triasique borde le pourtour de la baie de Cobequid, recouvre transgressivement les couches carbonifères, comme sur d'autres points, et circonscrit la partie méridionale de la baie de Fundy (1). MM. Jackson, Alger et Gesner l'avaient déjà décrit, mais plutôt sous le rapport minéralogique que sous celui de la stratification, et ils l'avaient d'ailleurs confondu avec cet ensemble de grès, de calcaire et de gypse très voisin que M. Lyell en a séparé depuis. M. Dawson mentionne avec beaucoup de détails les relations de ces mêmes grès rouges avec le système carbonifère sous-jacent, leurs redressements locaux et les roches trappéennes qui les ont pénétrés sans les altérer et se sont épanchées ensuite par-dessus. L'auteur pense, d'après leur disposition, qu'ils se sont formés dans un bras de mer ressemblant, par ses contours généraux, à la partie sud de la baie de Fundy, mais plus étendu et limité par les couches siluriennes et carbonifères déjà disloquées qui en auraient fourni les éléments. On n'y trouve point de fossiles; aussi leur âge est-il encore un peu problématique, bien qu'on s'accorde à les regarder comme parallèles aux grès de la vallée du Connecticut, généralement rangés dans le trias. Les phénomènes ignés ont apporté à la surface une grande quantité de roches fondues, qui n'ont ni dérangé ni altéré les couches arénacées tendres à travers lesquelles elles ont été poussées et au-dessus desquelles elles se sont répandues.

Dans son premier travail général sur l'Amérique du Nord, M. J. Marcou (2) avait divisé la *formation du nouveau grès rouge* en *deux parties*, l'une inférieure sans fossiles, composée de bancs épais, de conglomérats recouvrant horizontalement les roches éruptives ou métamorphiques, ou bien les couches disloquées des divers systèmes de transition, l'autre supérieure comprenant des bancs de grès rouge séparés par des lits minces d'argile de même couleur. Quelquefois la teinte des uns et des autres est grise ou

---

(1) J.-W. Dawson, *On the new red sandstone of Nova Scotia* (*Ibid.*, vol. IV, p. 50, 1848).

(2) *A geological Map of the United States and the british provinces of North America*, p. 40, in-8°, avec 8 pl. de fossiles. Boston, 1853.

verdâtre. La stratification en est très régulière et la surface des bancs souvent couverte de *reeple-marks*. Des veines de gypse fibreux, du gypse en masse et des sources salées se rencontrent dans le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse, l'île du Prince-Édouard et les îles Madeleine. Ici comme dans la baie des Chaleurs et celle de Fundy, M. Marcou rapporte à ce qu'il semble au trias une partie, sinon la totalité du groupe carbonifère supérieur de M. Lyell, etc., et la distribution marquée sur la carte est la même que celle que nous avons déjà mentionnée d'après celle plus récente qu'a publiée M. Marcou en 1855 ; seulement sur cette dernière, la côte de la baie de Saint-Georges est également triasique, au lieu d'être carbonifère comme sur la première.

Dans un travail subséquent, le même géologue (1) partage le nouveau grès rouge américain en *quatre étages* ou grandes divisions, qu'il donne d'ailleurs, dit-il, provisoirement et pour résumer ce qu'il a vu. C'est à la seconde division ou troisième étage qu'il rapporte alors les grès rouges des côtes de la baie de Fundy (Nouvelle-Écosse et Nouveau-Brunswick) et une partie de ceux qui constituent l'île du Prince-Édouard et les îles Madeleine. Ils seraient en outre les représentants stratigraphiques et pétrographiques du grès bigarré de l'Europe.

Plus récemment encore, M. Marcou (2), sans avoir rappelé ces différentes manières de diviser son sujet, en propose une troisième en établissant, toujours provisoirement (*provisionnally*), *trois divisions principales* dans le *trias américain*. Il maintient les dépôts dont nous venons de parler dans la plus basse de ces divisions, toujours sur l'horizon du grès bigarré. Cependant le gypse du nouveau grès rouge de l'île du Prince-Édouard appartiendrait à la division moyenne de cette nouvelle classification de l'auteur (3). Nous reproduirons ici quelques indications bibliographiques qui se

---

(1) *Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises de l'Amérique du Nord*, avec un profil (*Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 868 et pl. 21, 1855.— *Ann. des mines*, 5e sér., vol. VII, 1855).

(2) *Geology of North America*, p. 10 et 65, in-4° avec carte et 7 pl. de fossiles. Zurich, 1858.

(3) M. Marcou fait remarquer avec raison l'obscurité de l'opinion de M. H.-D. Rogers, traduite par l'expression de *grès rouge jurassique* employée sur la carte du savant Américain (*Phys. atlas of natural Phænomena*, p. 29-32. Édimbourg, 1856).

rapportent plus ou moins directement à notre sujet, et que nous emprunterons, ainsi que quelques autres par la suite, à ce dernier ouvrage de M. Marcou. Un certain nombre de ces ouvrages manquent dans nos bibliothèques.

Appendice bibliographique.

A. Gesner. — *Remarcks on the geology and mineralogy of Nova Scotia*, in-8°. Halifax, 1836.
Id. — *Report on the geology of Prince Edward island*, 1846.
Id. — *The industrial ressources of Nova Scotia*, etc., in-8°. Halifax, 1849.
J. W. Dawson. — *A hand-book of the geogr. and natur. histor. of Nova Scotia*, in-12. Pictou, 1848.
Id. — *On the lower carboniferous rocks or gypsiferous form.*, etc., (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, 1843).
Id. — *Acadian Geology, an account of the geol. structure of Nova Scotia*, in-8°. Edinburgh, 1855, avec une carte géologique de la Nouvelle-Écosse, de l'île du Prince-Edouard, d'une partie du Nouveau-Brunswick.
R. Brown et R. Smith. — *An historical and statistical account of Nova Scotia*, by T.-C. Halliburton, chap. 9, sect. 3. Halifax, 1829.
C.-T. Jackson et F. Alger. — *A new pocket-map of the Peninsula of Nova Scotia*. Boston, 1841.
F.-H. Baddeley. — *On the Magdalen islands* (*Transact. litter. and hist. Soc. of Quebec*, 1832).
A. Gesner. — *Geological Survey of the province of New-Brunswick*, 1st rep., 1839; 2e 1840; 3e 1841; 4e 1842.
Id. — *Report with a topographical account*, 1843.
Id. — *New-Brunswick with notes comprehending Geology*, in-8°. Londres, 1847.

Terre-Neuve.

J.-B. Jukes. — *Report on the geology of Newfoundland*, 1839.
Id. — *Excursion in and about Newfoundland during the years* 1839-40, 2 vol. in-8°. Londres, 1842.
Id. — *General report of the geol. Survey of Newfoundland*, in-8°. Londres, 1843.
R.-H. Bonnycastle.—*Newfoundland in* 1842, 2 vol. Londres, 1842.

Maine.

Au nord-nord-est d'East-Port, dans l'État du Maine, dit M. Ch.-T. Jackson (1), affleure le nouveau grès rouge, courant E.-S.-E., O.-N.-O., et plongeant de 20° au N. Il occupe toute la côte d'Indian-Town à Robbinston, traversé par de nombreux dykes de trapps dioritiques qui souvent ont changé la roche sédimentaire en un tuff trappéen, en amygdaloïdes ou en une sorte de scorie. Les amyg-

---

(1) *First report on the geology of the state of Maine*, p. 15, in-8°, 1837, avec atlas.

daloïdes renferment des nodules de calcaire spathique, recouverts d'une couche chloriteuse brillante, des géodes d'agates, des cristaux d'améthyste, d'apophyllite, d'analcime, etc. Les seules traces de fossiles observés sont des empreintes rapportées à des fucoïdes. Ces grès seraient le prolongement de ceux du Nouveau-Brunswick où se trouverait peut-être le charbon bitumineux du grand Lac, mais l'auteur ajoutant que ces grès sont certainement identiques avec ceux de la Nouvelle-Écosse qui contiennent du gypse, des sources salées et du charbon, rend par cela même leur âge triasique assez douteux. A Pembroke, le grès rouge repose directement sur le calcaire de transition, et peut-être renferme-t-il du charbon entre ce village et la rivière Sainte-Croix. Ceux qu'on a mentionnés dans d'autres localités, et particulièrement à Great-Island où ils sont tellement altérés qu'on les reconnaît à peine, sont-ils réellement triasiques ? Cela paraît peu probable, car, sur ce dernier point, les fossiles ont été moulés par la nappe trappéenne qui les recouvre (p. 43). L'apparition du granite de ce pays est placée par l'auteur avant le dépôt du grès rouge de Sainte-Croix et du Nouveau-Brunswick.

Dans une coupe longitudinale faite parallèlement au cours du Connecticut, le même géologue (1) a montré qu'à Northfield, à l'extrémité sud-ouest du New-Hampshire, le conglomérat et le grès rouge de la vallée, qui prennent tant d'extension au sud, reposent sur des schistes argileux. Les cailloux arrondis sont associés à des fragments plus petits, de granite, de gneiss, de micaschiste, de quartz et de schistes argileux reliés par une pâte argileuse et calcaire que colore l'oxyde de fer. Ces roches auraient été endurcies en outre par l'action des roches cristallines, tel que le granite qui, sur plusieurs points, s'élève de dessous les grès et les conglomérats. New-Hampshire.

Le premier changement apporté à la classification de W. Maclure, comme le fait remarquer M. J. Marcou (2), est dû à M. Edw. Hitchcock (3) qui, dès 1820, mit le grès rouge de la vallée de Connecticut au niveau du nouveau grès rouge de l'Eu- Massachusetts.

(1) *First annual report on the Geology of the state of New-Hampshire*, in-8°. Concord, 1841. — *Final report on the Geology and Mineralogy*, in-4°, avec pl. Concord, 1844.

(2) *Geology of North-America*, p. 110, 1858.

(3) *Geology and Miner. of the Connecticut valley* (*Amer. Journ.*, vol. II, p. 146 et vol. VI, p. 39, 1824).

rope. Plus tard, ce dernier décrivit plus complétement ce système de couches, auquel ses recherches ont donné une certaine célébrité par les traces nombreuses d'animaux qu'elles y ont fait connaître à diverses reprises.

Dans la plupart des cas, dit M. Hitchcock (1), les chaînons de diorite (greenstone) de la vallée du Connecticut séparent les bancs inférieurs du nouveau grès rouge des bancs supérieurs; ceux de l'est sont les plus élevés, et ceux de l'ouest les plus bas. Pour rapporter ce système arénacé à cet horizon de l'Europe, il se fonde : 1° sur la découverte d'une vertèbre qui paraît avoir appartenu à un saurien, reptile qu'on ne connaissait point alors au-dessous de ce niveau ; 2° (2) sur la présence, près de Sunderland, de poissons *Palæoniscus Freislebeni* et d'une roche enveloppante ressembla parfaitement à ce que l'on observe dans le Mansfeld et la Hesse ; 3° sur celle des veines de minerais de cuivre et de carbonate vert ; 4° sur l'existence des sulfates de baryte et de strontiane, comme dans le nouveau grès rouge d'Angleterre, et du sable de fer magnétique ; 5° sur ce qu'en Allemagne les marnes bitumineuses et des calcaires fétides appartiennent à cette formation, et que dans le Massachusetts les mêmes roches montrent une association analogue; 6° enfin à cause des teintes variées si fréquentes de ce côté de l'Atlantique, et qui se présentent aussi dans les couches présumées du même âge dans la vallée du Connecticut et dans la nouvelle Écosse.

Les caractères minéralogiques du nouveau grès rouge de ce pays semblent différer très peu de ceux qu'il affecte en Europe, quoique les calcaires y soient beaucoup moins fréquents. Les argiles rouges sont effervescentes; presque tous les calcaires dégagent une odeur fétide, et la marne est bitumineuse. Il n'y a d'ailleurs, ni gypse, ni roche salifère, ni sel gemme.

M. Hitchcock y distingue : 1° des conglomérats rouges, presque

---

(1) *Report on the Geology, Mineralogy, Botany and Zoology of Massachusetts*, p. 206, in-8°, avec pl. de coupes et de fossiles. Amherst, 1833 ; 2e édit., 1835.

(2) On voit par ce qui suit que l'auteur comprenait alors sous la désignation de *nouveau grès rouge* les couches qui, en Europe, composent aujourd'hui le trias et le système permien dont la séparation n'avait pas été encore bien nettement tracée dans les îles Britanniques. Cette remarque s'appliquera d'ailleurs souvent aux paragraphes suivants.

entièrement composés de fragments de granite et de micaschiste, et qui, avec un grès à peu près semblable, constituent la partie inférieure du système ; ces deux roches passent d'ailleurs l'une à l'autre et un conglomérat de trapp les remplace au contact de la roche ignée à la montagne de Toby comme à l'est du mont Holyok dans le district de Grouby ; 2° les grès très développés et ordinairement rouges avec un grès micacé gris, un grès panaché et une brèche de grès très dur ; 3° des argiles schisteuses, quelquefois sableuses ou micacées, bitumineuses par places, avec des restes de poissons (Sunderland, Middletown) ; les argiles et les grès schisteux renferment accidentellement des *septaria* aplatis, de $0^m,10$ à $0^m,15$ de diamètre ; 4° des calcaires très fétides alternant quelquefois avec des grès micacés et des marnes bitumineuses, associés aux argiles noires également bitumineuses.

Les couches rapportées d'abord au vieux grès rouge (*old red sansdtone*) sont stratifiées, mais rarement schisteuses ; les supérieures, qui avaient été prises pour du terrain houiller, le sont au contraire habituellement. A une exception près, tout le grès rouge mentionné jusqu'à présent dans la Nouvelle-Angleterre, se trouve compris dans la portion de la vallée du Connecticut qui s'étend de Newhaven à la limite nord du Massachusetts. L'exception que l'on vient d'indiquer est un lambeau de 10 à 12 milles de long, situé entre Woodbury et Southbury, dans le Connecticut, le long d'une branche de l'Housatonic. La direction des couches est N., S., et le plongement de 10° à 15° à l'E. est quelquefois de 80°. La puissance de tout le système ne serait probablement pas moindre de 600 mètres.

A la jonction des bancs de grès et des diorites se trouvent le cuivre pyriteux, l'oxyde rouge de cuivre et le carbonate vert. Des masses de cuivre natif y ont aussi été trouvées. Ces minerais sont fréquents depuis Newhaven jusqu'à Northfield et souvent se continuent dans les deux roches. Leur gangue est le grès, le trapp ou la baryte. La direction des veines est N., S. Le charbon se présente en veines et en nodules irréguliers de quelques centimètres de diamètre. Sur certains points, il est bitumineux, sur d'autres à l'état d'anthracite. Dans quelques cas, le voisinage des roches cristallines n'a pas opéré le changement de la houille en anthracite.

Les fossiles sont très rares. M. Hitchcock cite une plante voisine du *Calamites arenaceus*, le *Lycopodites Sillimani*, peut-être le *Voltzia brevifolia*, un Fucoïde qui serait identique avec ceux des bords

du Genessee, ce qui est peu probable, des bois silicifiés et des vertèbres de saurien. Les poissons, quoique généralement mal conservés, sont très fréquents. L'auteur croit en avoir reconnu quatre espèces appartenant au genre *Palæoniscus*. Il mentionne aussi avec doute un corps qu'il compare à une Orthocératite, puis un autre fort grand, réticulé, qui pourrait être une Gorgone ou un végétal.

M. Hitchcock pense que les diorites ont dû commencer à faire irruption vers le milieu de la période du nouveau grès rouge et qu'ils ont continué à s'élever durant le reste du dépôt. Celui-ci, formé sous les eaux de la mer, aurait été émergé ensuite.

Appendice bibliographique.

Ch.-T. Jackson. — *Second annual report on the Geology of two States of Maine and Massachusetts*, in-8°. Augusta. — 2e édit. Boston. 1838.

Edw. Hitchcock. — *Final report on the Geology of Massachusetts*, 2 vol. in-4°. Amherst, 1844.

Id. — *Explanation of the geol. map of Massachusetts*, in-12. Boston, 1844.

Id. — *Report on certain points in the Geology of Massachusetts*. Boston, 1853.

Id.— *Ichnology of New-England, a Report on the sandstone of the Connecticut valley, specially its fossil foot-marks, made to the government of Massachusetts*, in-4°, 220 p. et 60 pl. 1859. — *Neu. Jahrb.*, 1859, p. 508.

Connecticut.

Suivant M. J. Percival (1), la formation de grès rouge de l'État de Connecticut, prolongement direct de celle du Massachusetts, se compose de grès ou de conglomérats et d'argiles ordinairement rouges ou de diverses couleurs. Les grès varient d'un côté, depuis le grain le plus fin jusqu'à de véritables argiles, de l'autre, jusqu'à des conglomérats très grossiers, contenant parfois des blocs de 0m,60 à 1 mètre de diamètre. Ces roches sont accidentellement calcarifères. On y trouve subordonnés des bancs calcaires ordinairement bitumineux, quelquefois bleu-clair, compactes, fétides, et d'autres d'un gris foncé ou clair, placés entre les amygdaloïdes et les argiles. Quelques veines de charbon ou de bitume s'observent dans ces dernières avec des empreintes de poissons et de végétaux. Les grès et les conglomérats doivent leurs éléments aux roches primaires qui forment les parois de la vallée. La relation entre la direction et

(1) *Report on the Geology of the State of Connecticut*, in-8°. Newhaven, 1842.

l'inclinaison de ces dépôts avec les chaînons de roches trappéennes dont nous allons parler prouve assez que la disposition actuelle des grès, des argiles et des conglomérats, résulte de l'arrivée au jour des produits ignés. Ceux-ci, dans la région qui nous occupe, acquièrent une importance tout à fait exceptionnelle et méritent une attention particulière.

En étudiant les relations des grès et des trapps à Wallingford, M. Chopin (1) a donné une coupe où l'on voit 7 dykes de roches ignées traverser les bancs de grès. Plusieurs de ces filons forment des espèces de murailles verticales, et il s'en détache de petites veines qui se ramifient dans les couches sédimentaires. Au contact des dykes, le grès semble avoir été fondu, et, quoique dans le voisinage de ceux qui sont le moins épais il n'ait pas été modifié à plus de 2 centimètres de distance, près de ceux qui sont très puissants, les deux roches sont tellement soudées qu'on ne peut les séparer, ni déterminer le point où l'une commence et où l'autre finit. A $0^m,60$ de cette bande où elles se trouvent ainsi confondues, l'une reprend les caractères d'un trapp dur à grain très fin et compacte, l'autre ceux d'un grès grossier, friable, ordinaire. Quant aux fragments de grès enveloppés dans le trapp, ils ont l'aspect de pierres entièrement cuites.

De son côté, M. J. Percival (2), dont on peut regretter que le travail laisse tant à désirer sous le rapport de la clarté, de la méthode et de l'arrangement des faits, a aussi donné sur ce sujet beaucoup de détails que nous essayerons de grouper, de manière qu'ils puissent offrir quelque intérêt.

Les roches trappéennes du Connecticut traversent à la fois les roches primaires (schistes cristallins chloriteux, micacés, gneiss, etc.) et les roches secondaires (conglomérats, grès et argiles), et leur analogie est telle dans ces deux circonstances qu'on doit regarder les unes et les autres comme ayant la même origine. Dans les couches secondaires les trapps offrent une disposition particulière, mais déterminée, à ce qu'il semble, par les mêmes lois générales que dans

---

(1) *Amer. Journ.*, vol. XXVII, p. 104, 1834. — Voy. aussi : Ch.-V. Shepard, *Report on the geol. survey of Connecticut*, in-8°. Newhaven, 1837. — W.-W. Mather, *Sketch of the Geology and Miner. of New-London and Windham counties in Connecticut*, in-8°. Norwich, 1834.

(2) *Loc. cit*, p. 299.

les couches plus anciennes, de telle sorte que les dykes de celles-ci seraient une dépendance de l'ensemble d'éruptions qui a traversé celles-là. Les roches ignées constituent des chaînes de collines ou de montagnes plus ou moins prolongées, ou bien des dykes comparativement peu étendus. En général, ces élévations trappéennes ont leur côté abrupt tourné à l'O., et les produits ignés semblent alors recouvrir les produits sédimentaires qui, à leur tour, surmontent les premiers sur la pente opposée beaucoup plus adoucie, apparence due à ce que les trapps constituent des masses ou mieux des nappes interstratifiées ou bien encore des dykes inclinés à l'E.

Les divers chaînons trappéens offrent une série de tronçons curvilignes, dirigés généralement au N.-N.-E. comme la stratification des roches primaires et secondaires, et la convexité de chaque dyke ou chaînon est constamment tournée vers l'O. Les chaînes courbes principales ou les plus étendues sont elles-mêmes composées d'une série de courbes de second ordre inégalement espacées, lesquelles, à leur tour, présentent des courbes plus rapprochées, d'un ordre plus inférieur encore, et qui sont en dernier lieu formées d'une suite d'ondulations plus ou moins apparentes. Dans les chaînes élevées, celles-ci se voient seulement au sommet, et on les observe dans les petites, quelquefois détachées à la base. Ces dernières, isolées, affectent encore des contours curvilignes en rapport avec ceux des chaînes principales.

Les dépôts secondaires, qui s'étendent de Newhaven-Harbour au sud jusqu'à la partie septentrionale de Northfield en Massachusetts au nord, sont considérés par M. Percival comme partagés en deux par une chaîne de roches primaires qui s'étend à travers la vallée du Connecticut. La région nord, peu étendue, présente vers son milieu un ensemble d'élévations dont les plus considérables sont de grès avec une seule courbe de trapp, placée au centre et moins haute que les roches arénacées environnantes.

La région sud, beaucoup plus vaste, comprend plusieurs séries de chaînons trappéens très développés, dont quelques-uns même forment les points les plus élevés de cette partie de la Nouvelle-Angleterre. Ils occupent deux lignes d'élévation : l'une à l'est, l'autre à l'ouest. La première, la plus considérable, traverse presque le centre du district, présente quatre courbes s'élevant graduellement, dirigées N. S., et augmentant d'étendue dans le même sens. Ces courbes principales sont accompagnées de chaînons parallèles, subordonnés à l'est et à l'ouest, et qui se conforment plus ou

moins à leur courbure. Ces appendices latéraux sont proportionnellement plus étendus et plus nombreux dans les courbes du sud qui sont les plus petites, de sorte que le développement de ces mêmes chaînons auxiliaires est généralement inverse de celui des chaînes principales.

La ligne d'élévation occidentale offre un arrangement différent de la précédente et se compose de deux courbes principales, séparées par un large intervalle de grès. La courbe sud se divise en deux autres, dont la plus méridionale est la plus longue, et celle du nord se continue en un arc moins prononcé jusque dans le comté de Symsbury. Cette ligne de l'ouest a beaucoup moins d'appendices latéraux que la précédente ; on n'en observe même qu'en arrière, l'autre côté se trouvant très rapproché des roches primaires de l'ouest. Enfin, cette suite de hauteurs peut, à certains égards, être considérée comme subordonnée à celle de l'est, ou comme en étant le complément, car on remarque qu'elle est le plus développée, là où celle-ci l'est le moins et réciproquement.

Les dykes qui accompagnent les schistes cristallins ressemblent à ceux des couches secondaires, non-seulement par leurs caractères pétrographiques, mais encore par leur disposition et leur arrangement. On en observe quatre, dont deux dans les roches cristallines de l'est, et deux dans celles de l'ouest. Leur direction générale est N.-E., S.-O. comme celle des roches qui les renferment et comme celle des cordes qui sous-tendent les arcs trappéens secondaires.

Toutes ces nappes ou dykes ayant la même origine, appartenant à un même phénomène éruptif, proviennent aussi d'un même point central ou foyer volcanique placé, d'après M. Percival, sous la partie méridionale de la région secondaire, là où les produits ignés atteignent aujourd'hui la plus grande élévation et où les chaînons, comme les dykes, sont le plus nombreux. Nous verrons tout à l'heure que cette disposition singulière des trapps du Connecticut existe aussi dans les roches contemporaines d'autres États, mais que les courbes y sont tournées en sens inverse ou la concavité à l'est.

Considérés sous le rapport pétrographique, les trapps sont compactes ou amygdaloïdes. Ces derniers ne s'observent que dans les strates secondaires. Les premiers plus cristallins, essentiellement composés d'amphibole et de feldspath, en proportions variables, sont à gros grains ou à grains fins. Les trapps à gros grains sont d'une altération plus facile ; ceux à grains fins, compris dans les

couches secondaires, sont d'un bleu foncé ou presque noir et ressemblent à du basalte. La variété la plus cristalline affecte rarement la structure prismatique; le plus ordinairement, la masse est divisée par des plans de clivage presque verticaux.

Les trapps amygdaloïdes occupent en général les portions latérales des chaînes qui traversent les grès, et quelquefois constituent en entier les crêtes secondaires subordonnées aux lignes principales. La variété la plus commune est plus ou moins poreuse, à pâte grossière, avec des grains vert-foncé, ou bien fine et vert-clair. Les cavités renferment, suivant les localités, diverses substances minérales, tels que le quartz hyalin, l'agate, la chaux carbonatée, la datholite et la chlorite. Des conglomérats ou brèches trappéennes s'observent sur plusieurs points, placés comme les amygdaloïdes par rapport aux trapps compactes, c'est-à-dire, sur les parties latérales des massifs.

Certaines variétés de calcaires fétides, compactes, gris ou foncés, se montrent dans diverses localités, bordant les amygdaloïdes avec lesquelles ils semblent souvent être en relation immédiate. Ces calcaires ne sont pas stratifiés et se délitent en fragments prismatiques.

Au milieu des roches primaires, les dykes offrent, sur leurs plans latéraux, une sorte de wacke compacte, très dure, avec quelques points de feldspath vitreux. Les trapps compactes cristallins renferment moins de minéraux accidentels que les amygdaloïdes. Ce sont des zéolithes, des agates, la préhénite, le sulfate de baryte, la chaux carbonatée et la chlorite.

Toutes les veines métalliques découvertes jusqu'alors se trouvent dans les trapps, les argiles et les grès immédiatement en contact avec eux. Les salbandes sont, dans les trapps, composées de sulfate de baryte, de quartz et de carbonate de chaux; quelquefois elles contiennent des veines ou des nodules de bitume endurci, semblables à ceux des amygdaloïdes. Les minerais sont des sulfates de zinc, de plomb, de fer et de cuivre, ces derniers étant les plus répandus.

Les roches primaires et secondaires ont été, comme on l'a dit, modifiées au contact des trapps; elles ont été endurcies, à moitié fondues, décolorées, et elles manifestent une tendance plus prononcée à la structure prismatique. Certains minerais y ont été introduits par la même action. Dans les roches primaires, ce sont surtout des zéolithes; dans les grès, les argiles et les pou-

dingues, ce sont, outre les minerais précédents, l'hyalite, l'épidote, la chlorite, la chaux fluatée et du bitume. L'arrivée au jour des trapps ne semble pas d'ailleurs avoir occasionné de dérangements importants dans les strates primaires qu'ils ont traversés ; ils ont été injectés dans des fissures préexistantes, mais, dans les grès, leur voisinage est marqué par des dislocations.

Ce système de la vallée du Connecticut, reposant ainsi sur des roches fort anciennes et n'étant point recouvert de dépôts réguliers secondaires d'un âge bien déterminé, a donné lieu à des opinions diverses, vu l'absence de débris d'animaux inférieurs suffisamment caractérisés. Mais l'intérêt qu'il présentait déjà par la disposition si remarquable des éruptions trappéennes dont nous venons de parler s'est beaucoup augmenté par la découverte de traces nombreuses et variées d'animaux assez élevés, dont nous nous sommes abstenu de parler jusqu'à présent pour ne point interrompre l'énumération des faits purement géologiques. Nous nous en occuperons ici avant de continuer l'examen des mêmes couches dans leur prolongement sud-ouest à travers le New-Jersey, le Maryland, etc. Paléontologie.

M. Deane et M. Marsh signalèrent en 1835, sur les grès des environs de Greenfield, des empreintes de pieds rappelant ceux des oiseaux. M. Edw. Hitchcock (1) observa l'année suivante, sur des plaques de grès provenant de cinq localités différentes de la vallée du Connecticut, des empreintes semblables, ayant la plus grande analogie avec celles que laisseraient à la surface du sable humide de pattes d'oiseaux de rivage, tels que les Gralles. Il proposa de donner à ces traces le nom d'*Ornithichnites* (traces d'oiseaux sur la pierre), et les divisa en *pachydactyli* ou doigts épais, et *leptodactyli* ou doigts minces. Deux espèces et une douteuse sont rangées dans la première division, cinq espèces et deux variétés dans la seconde. Il a donné ensuite le nom de *Sauroïdichnites* à cinq autres espèces provenant des mêmes grès, et il a rangé toutes les empreintes connues jusqu'alors sous la dénomination générale d'*Ichnites* (2).

---

(1) *Description of the foot marks of Birds* (*Ornithichnites*), etc. (*Amer. Journ.*, vol. XXIX, p. 307, 1836. — *Ann. des sc. nat.*, vol. V, p. 154 et 206. — *Amer. Journ.*, vol. XXXI. p. 165 et 174. — *Bibl. univ. de Genève*, 2e sér., vol. III, p. 189, 1836).

(2) *Amer. Journ.*, vol. XXXII, p. 174.

Dans un rapport sur ce sujet (1), l'analogie de ces empreintes avec des végétaux Fucoïdes a été démontrée être sans fondement, et le parallélisme de ces grès avec le nouveau grès rouge de l'Europe regardé comme très probable. Cette manière de voir a été confirmée par G. Mantell (2) et par M. Lyell (3). Ce dernier savant, qui a observé un très grand nombre de ces empreintes, est convaincu qu'elles sont dues à des animaux bipèdes, et que, comme celles du Cheshire et de la Saxe, elles sont accompagnées d'autres preuves de l'existence d'un rivage, telles que les *reeple marcks*, des fentes dans la surface littorale argileuse, des empreintes de gouttes de pluie, etc.

En répondant à M. Deane sur ce sujet, G. Mantell (4) fit remarquer que les restes de *Dinornis* qu'on venait de découvrir dans les dépôts récents de la Nouvelle-Zélande pouvaient, par leurs dimensions et leurs caractères, appuyer l'opinion qui attribuait à des oiseaux les empreintes en question. De son côté, M. R. Owen (5), après avoir indiqué que les Ornithichnites pourraient bien aussi provenir de reptiles voisins du *Rhynchosaurus*, semble se rapprocher de la manière de voir de M. Hitchcock, savoir, que ce sont réellement des traces de pieds d'oiseaux qui auraient eu l'organisation des *Apteryx* et des *Dinornis*. Ces aptères auraient vécu lors de la période du nouveau grès rouge.

Un travail plus complet que les précédents sur ce même sujet est le rapport du savant géologue du Massachusetts sur l'*Ichnolithologie* ou sur les empreintes de pas d'animaux, avec la description des nouvelles espèces et la découverte de coprolithes d'oiseaux dans la vallée du Connecticut (6). L'auteur y résume les connaissances

---

(1) *Report on the Ornithichnites or foot marks of extinct birds*, etc. — *Descript. of five new species*. etc. (*Transact. of the Assoc. of Amer. geol.* Boston, 1840-42, p. 254, 1 pl.)

(2) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 22.

(3) *Ibid.*, vol. III, p. 793. — Voy. aussi : R.-I. Murchison, *Adress delivered at the ann. meet. of the geol. Soc.*, 17 févr. 1843, p. 104 et 106. — Buckland, *Bridgewater treatise*. — J. Deane, *On Ornithoidichnites* (*Proceed. geol. Soc. of London*, janv. 1843).

(4) *Amer. Journ.*, vol. XLV, p. 177, 1843.

(5) *Amer. Journ.*, vol. XLV, p. 185, 1843.

(6) *Ibid.*, vol. XLVII, p. 113 et 292, 1844. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. LX, p. 189. 1845. — *Amer. Journ.*, vol. XLVIII, p. 46, 1845. — *Boletino of. de minas*, n° 28, 15 juin 1845. — Lettre de M. Hitchcock (*Amer. Journ.*, vol. XLVIII, p. 61, 1845).

acquises et les opinions émisés jusqu'alors, décrit 32 espèces présumées de ces empreintes et fait voir que les coprolithes non-seulement ont les caractères de ceux des oiseaux, mais encore que, d'après les analyses de M. S.-L. Dana (1), ce sont ceux d'une espèce particulière d'omnivore analogue aux oiseaux qui déposent le *guano* du Pérou et des îles voisines, et que caractérise la présence de l'acide urique.

M. J. Deane (2), qui avait réclamé la priorité du rapport des empreintes tridactyles du grès rouge avec celles des pieds d'oiseaux,, en a signalé de semblables à la cataracte de Turner (*Turner's falls*) dans le Massachusetts (3) et les a rapportées à l'*Ornithichnites fulicoides* (4). En 1844, M. P. Gervais (5) ne trouvait pas que les données acquises pussent autoriser encore le rapprochement certain de ces traces avec celles qu'auraient laissées des animaux de la classe des oiseaux, tandis que Laurillard (6) l'admettait implicitement.

M. Deane (7) a publié diverses notices sur d'autres empreintes observées dans les mêmes grès et dont les unes ont été rapportées à des oiseaux, d'autres à des reptiles batraciens et chéloniens, au *Labyrinthodon* ou *Chirotherium*, etc. M. Hitchcock qui, dans son dernier rapport de la Géologie du Massachusetts (8), avait donné de nombreuses figures de ses Ornithichnites, en a fait connaître encore de nouvelles ainsi que des empreintes peut-être de batraciens (9).

---

(1) *Analysis of coprolithes from the new red sanstone form. of New-England.*

(2) *On the discovery of fossil foot marks* (*Amer. Journ.*, vol. XLVII, p. 381, 1844. — Réplique de M. Hitchcock (*ibid.*, p. 390).

(3) *Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 73, 1844. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. LV, p. 184, 1845.

(4) *Transact. of the Assoc. amer. Geologists*, vol. I, p. 258.

(5) *Remarques sur les oiseaux fossiles* (thèse de géologie), p. 37, 1844.

(6) *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, vol. IX, p. 292, 1847.

(7) *Amer. Journ.*, vol. XLVIII, p. 158, 1845.—*Ib.*, vol. XLIX, p. 79, 1845. — *Ibid.*, p. 213, 2 pl., 1845. — *Ibid.*, 2e sér., vol. III, p. 74, 1847. — *Ibid.*, vol. V, p. 40, 1848. — *Boston Journ. of natur. sciences*, vol. V, p. 277, 1845.

(8) *Final report*, etc., 2 vol. in-8°, avec atlas. Amhérst, 1841 et 1844.

(9) *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. III, p. 46, 1847. — Voy. aussi : *The fossil foot marks of the United-States and the animals that*

G. Mantell (1) s'en était également occupé d'après des plaques envoyées en Angleterre.

Nous terminerons ces indications sommaires, sur un sujet qui a déjà beaucoup exercé et exercera sans doute encore longtemps la sagacité des zoologistes, par quelques citations empruntées à un travail récent de M. R. Owen (2).

Une espèce particulière de ces empreintes prouve l'existence d'un animal bipède dont chaque trace n'a pas moins de 20 pouces de long, et l'*Ornithichnites giganteus* auquel M. Hitchcock les rapporte prouve que la vallée du Connecticut était alors habitée par des oiseaux quatre fois plus grands que l'autruche de nos jours. Les empreintes des deux pieds se succèdent à des intervalles égaux et sont différentes, comme diffère le pied droit du pied gauche. Elles alternent régulièrement, et chaque empreinte, suivant le pied qui l'a tracée, se trouve un peu à droite ou à gauche de la ligne médiane formée par l'ensemble des traces. Chaque empreinte se compose de trois doigts divergents, et la distance entre les doigts extérieurs est de 12 pouces. Ils sont, comme dans les oiseaux actuels, caractérisés par l'accroissement progressif du nombre des phalanges du dedans au dehors, et le doigt dont les phalanges sont les plus nombreuses n'est pas non plus le plus long. Dans l'espèce dont il est question, celui-ci a 12 pouces 6 lignes, celui du milieu 16 pouces et le doigt extérieur 12.

Dans les empreintes les plus parfaites on peut reconnaître les stries et les papilles de la peau qui recouvrait les bourrelets de la face inférieure du pied, dénotant ainsi une structure analogue à celle qu'on observe chez les autruches. La grandeur moyenne des pas indiqués par l'espacement des empreintes était de 3 à 4 pieds. Le même membre était par conséquent, suivant la proportion particulière de la marche, porté à chaque pas ou enjambée de 6 à 7 pieds en avant. Ces empreintes, quoique les plus grandes qui aient été observées dans ces grès, sont aussi les plus nombreuses. Le gigantesque *Brontozoum*, comme l'appelle M. Hitchcock, la principale espèce dont les traces nous soient parvenues, devait être le roi des animaux de la vallée du Connecticut. D'autres traces

---

*made them* (*Transact. amer. Acad. of arts and sciences*, 2ᵉ sér., vol. III, in-4°. Boston, 1848). — *Ichnology of New-England*, etc., 1859, *ante*, p. 612.

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 38, 1846.

(2) *Palæontology*, p. 154, 1858.

parallèles qu'on remarque à peu de distance les unes des autres prouvent que ces oiseaux vivaient en société ou par bandes.

Ces empreintes, reconnues dans plus de vingt localités différentes, sur une étendue de 120 kilomètres du N. au S. et de 5 à 10 de l'E. à l'O., se reproduisent dans toute une série de couches dont l'épaisseur dépasse quelquefois 300 mètres, et dont l'accumulation dans des eaux peu profondes et non loin du rivage a dû exiger des milliers d'années (1).

Les restes de poissons ont également contribué à entretenir des doutes sur l'âge des grès du Connecticut et du Massachusetts. M. W. Mather (2) en a signalé beaucoup aux environs de Durham, entre Middleton et Newhaven. Ils sont changés en houille bitumineuse. Le plus grand nombre sont couchés à plat entre des bancs de calcaire bitumineux qui alternent avec des grès schisteux micacés. Au-dessous sont un grès grossier, des argiles schisteuses et des empreintes végétales. Ces roches à ichthyolithes, calcaires et arénacées, s'étendent par Harford, Springfield et Northampton jusque dans le nord du Massachusetts. Les espèces de poissons ont été rappportées par M. Lea (3) au *Catopterus gracilis* et au *Palæoniscus latus.* Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet, ainsi que sur quelques autres fossiles de ce pays après avoir parlé des grès rouges situés dans le prolongement sud-ouest de ceux-ci. Quant aux restes de végétaux, M. Edw. Hitchcock (4) qui en a décrit un certain nombre paraît y avoir reconnu le *Tæniopteris vittata*, l'une des espèces les plus constantes dans les marnes irisées de l'Europe, puis une *Voltzia.*

L'aspect général et la composition des roches désignées par M. H.-D. Rogers (5) sous la dénomination de roches secondaires moyennes (*middle secondary rocks*) sont très uniformes dans le New-Jersey, et se continuent avec les mêmes caractères, des bords New-Jersey.

(1) Ch. Lyell, *Manual of elementary geology*, p. 348, 1855. — Traduct. française, vol. II, p. 46, 1857.

(2) *Bull.*, 1re sér., vol. VI, p. 71, 1834.

(3) *Amer. Journ.*, vol. XXXIV, p. 198, 1838.

(4) *Transact. of the Assoc. of amer. Geol.* Boston, 1840-41, p. 294, 1 pl.

(5) *Description of the geol. of the state of New-Jersey* (*final report*), avec carte et coupe. Philadelphie, 1840. — Voy. aussi : *Id.*, *Report on the geol. Survey of the state of New-Jersey*, in-8°. Philadelphie, 1836.

*gnes Bleues*. Ces roches sont composées de fragments de toutes les dimensions, provenant des roches cristallines plus anciennes qui forment une large bande sur la pente orientale des montagnes Bleues, et s'étendent au sud-ouest dans les Carolines et la Géorgie. Les gros fragments sont tous plus ou moins roulés. La teinte dominante est le rouge-brun foncé quelquefois passant au gris, au jaune ou au vert. La plus grande partie de la masse est formée de sable, d'argile schisteuse peu solide et facilement désagrégeable. Cette série se trouve placée entre la formation houillère qui se prolonge vers l'O. au delà des Alleghanys et les sables verts avec les calcaires du New-Jersey.

Ces *grès moyens* se continuent dans la partie nord de la Virginie, traversent le Maryland, la Pennsylvanie, le New-Jersey et sont, suivant toute probabilité, représentés au delà par les grès de la vallée du Connecticut, tandis qu'au sud, après une interruption sur la limite du premier de ces États, ils reparaissent pour prendre une grande extension dans la Caroline du Nord. Des écailles de poissons trouvées dans les argiles bitumineuses, de petites coquilles et diverses impressions de plantes ont permis d'établir cette corrélation.

Dans la Virginie ces couches ne forment qu'une bande située un peu à l'est des montagnes Bleues ; et, à une seule exception près, les assises inférieures de la série des Apalaches ne se présentent nulle part dans la même région à l'est de la grande vallée ; de sorte que la relation des roches secondaires moyennes avec les supérieures ou les inférieures ne se voit pas comme dans le Maryland et dans la Pennsylvanie, et de plus les éléments qui les composent sont également différents. Dans le New-Jersey, de même que dans la Pennsylvanie et le Maryland, les argiles sont calcarifères et les conglomérats grossiers sont remplis de cailloux calcaires semblables aux roches qui forment la série des Apalaches situées dans le voisinage (1). Le marbre du Potomac qui est composé de ces fragments

(1) Voy., pour plus de détails sur la géologie du Maryland : J.-T. Ducatel et J.-A. Alexander, *Report on the new map of Maryland*, 3 vol. in-8°. Baltimore, 1834-1836. — J.-T. Ducatel, *Outlines of the phys. geography of Maryland*, etc. (*Transact. of the Maryland Acad. of sc.*, 1837). — Id., *Annual Report of the geologist of Maryland*, in-8°, 1841. — Pour la Pennsylvanie, H.-D. Rogers, *The geologia of Pennsylvania*, 3 vol. in-4°, avec atlas de cartes et de dessins, 1859.

réunis par un ciment argileux rouge plus ou moins calcaire fait partie de ces conglomérats.

Les couches plongent généralement au N.-O. ou au N.-N.-O., non-seulement dans cet État, mais encore dans les Carolines, le Maryland, la Pennsylvanie et le New-Jersey, et l'on peut remarquer que les dépôts regardés comme contemporains au nord-est, dans le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse, inclinent aussi au N.-O.

Résumés et observations générales.

En 1841, M. Hitchcock (1) résumait très bien l'état des connaissances acquises alors sur le sujet qui nous occupe. Il pensait que, depuis la Nouvelle-Écosse jusque dans les Carolines, le parallélisme de ces dépôts contemporains avec le nouveau grès rouge d'Angleterre était confirmé par la présence de 9 espèces de *Palæoniscus* et de *Catopterus*, trouvées dans les argiles schisteuses, particulièrement de la Nouvelle-Angleterre et du New-Jersey. En Europe, il est vrai, ces genres descendent plus bas, dans la formation houillère, mais en Amérique, les dépôts qui les renferment étant certainement distincts et plus récents, et ces poissons hétérocerques étant antérieurs à la période du lias, on est autorisé à les rapporter à celle du nouveau grès rouge; cependant, comme dans ce long espace de temps, non-seulement le trias s'est déposé, mais encore les couches permiennes, ces déductions étaient, on le voit, peu précises.

Lors de la troisième réunion de l'association des géologues américains, M. H.-D. Rogers (2) a insisté de nouveau sur l'idée qu'il avait déjà émise que l'inclinaison du nouveau grès rouge au sud-ouest de l'Hudson résultait du mode de son dépôt même et non d'un relèvement ultérieur, comme le pense M. Lyell pour celui du Connecticut. Ce dernier grès serait bien, en effet, l'équivalent des dépôts arénacés, argileux et calcaires des États du Sud, mais il aurait été formé dans un estuaire séparé. La direction indépendante des plongements dans les deux bassins ou golfes, et l'absence de parallélisme ou de correspondance dans la succession des divers termes qui composent chaque série locale, viendraient appuyer cette manière de voir.

La période mésozoïque, dit ailleurs le même géologue (3), est

(1) *First anniversary address before the Assoc. amer. Geol.*, 2[d] *ann. meet. in Philadelphia*, p. 151, 1842.

(2) *Amer. Journ.*, vol. XLIII, p. 151, 1842.

(3) *Address delivered at the meet. Assoc. amer. Geol.*, mai 1844. — *Amer. Journ.*, vol. XLVII, n° 2, 1844.

loin d'offrir aux États-Unis le développement et la richesse d'organisation qu'on observe en Europe. Elle est représentée par des équivalents des roches triasiques, oolithiques inférieures et crétacées. Il manque ainsi les dépôts synchroniques du zechstein ou *Magnesian limestone* et les parties moyenne et supérieure de la formation oolithique, déductions que les recherches ultérieures ont modifiées à plusieurs égards. L'existence des poissons que nous avons mentionnés avait fait présumer à M. Murchison que l'on pouvait retrouver ici quelque représentant de l'ère permienne; mais d'un autre côté, cette petite coquille prise pour la *Posidonomya keuperi*, et le doute, si ces ichthyolithes sont de véritables *Palæoniscus*, ont fait rejeter cette opinion par M. Rogers, qui s'occupe ensuite des dépôts charbonneux de l'est de la Virginie rapportés à la période jurassique et dont nous avons parlé (*antè*, vol. VII, p. 668).

Cette question a été de nouveau l'objet de discussions entre plusieurs géologues américains (1). Sans parler en ce moment des grès des bords du lac Supérieur sur lesquels nous reviendrons plus loin, nous dirons d'abord que M. C.-T. Jackson regardait encore comme douteux, en 1851, l'âge de tous les grès rouges de l'Amérique du Nord, tandis que M. Hitchcock mettait toujours ceux du Connecticut au niveau du nouveau grès rouge de l'Europe ainsi que leurs analogues de la Nouvelle-Écosse. M. Jackson pense que les uns et les autres sont plus anciens, parce que, dans l'État du Maine, les grès reposent sur le système cambrien. Mais, quoi qu'il en soit, il admet la contemporanéité de tous les dépôts arénacés rouges, depuis la Nouvelle-Écosse jusque dans le New-Jersey. Partout on y observe les mêmes trapps, non, dit-il, sous la forme de dykes, mais en couches intercalées entre les bancs de grès, et jamais ne les traversant (2). La face inférieure du côté incliné (*leaning side*) est une amygdaloïde. Les minerais de cuivre se trouvent au contact du grès et du trapp. Les minéraux qu'on y voit associés sont presque partout les mêmes. La direction est presque toujours E.-N.-E.,

(1) *Proceed. of the Boston Soc. of natur. history*, vol. III, p. 248, 1851.

(2) Cette dernière assertion, quand même elle ne serait pas contredite par d'autres observateurs, ne serait pas admissible *à priori*, car une roche ignée, intercalée entre deux couches sédimentaires, est au moins postérieure à la plus basse et doit l'avoir traversée en un point quelconque.

O.-S.-O., et les masses trappéennes se courbent au N.-O., montrant que la direction du soulèvement a dû être identique dans tout l'espace compris entre le lac Supérieur et la Nouvelle-Écosse.

A ces conclusions qui semblent reculer beaucoup l'ancienneté de ces grès d'après des motifs de peu de valeur, et souvent même d'après des faits purement négatifs, M. Agassiz a opposé, avec M. Hitchcock, les preuves déduites des débris organiques qui sont d'accord avec les opinions émises depuis longtemps par ce dernier savant. Les poissons signalés par M. Wells sont dans une argile schisteuse placée au-dessus des couches les plus inclinées du grès du Connecticut, discordantes par rapport à celui-ci, et par conséquent plus récentes ; mais on conçoit que ce caractère purement local, dans un pays où les phénomènes ignés ont été si fréquents pendant cette période, ne peut avoir de valeur réelle contre la contemporanéité de l'ensemble du dépôt.

M. Gale (1) avait d'abord indiqué dans le grès rouge du comté de Morris (New-Jersey) des empreintes de poissons, dont les plus remarquables lui parurent appartenir à une espèce de *Palæoniscus*, probablement identique avec l'une de celles qu'on avait découvertes à Middletown (Connecticut), et M. Renwick (2) en rencontra ensuite deux autres espèces qui confirmèrent le rapprochement que l'on avait déjà fait de ces dépôts avec d'autres d'un âge mieux déterminé. Paléontologie.

M. W.-C. Redfield (3) fit voir peu après que tous les poissons recueillis jusqu'alors dans les grès rouges du Massachusetts, du Connecticut, du New-Jersey et au-dessus des dépôts charbonneux de Richmond (Virginie) étaient, comme les autres poissons des terrains anciens, caractérisés par les écailles anguleuses ou rhomboïdales recouvertes d'un émail osseux. Ils appartiennent à la famille des lépidoïdes (ordre des ganoïdes), et peuvent être classés dans les genres *Palæoniscus* et *Catopterus*. 5 espèces viennent se ranger dans le premier et 4 dans le second; aussi, l'auteur admet-il le parallélisme de ces divers dépôts.

Le même zoologiste (4) signala ensuite 7 espèces de *Palæoniscus* provenant des carrières de grès de Pompton, à 25 milles de

---

(1) *Amer. Journ.*, vol. XXXV, p. 192, 1838.
(2) *Ibid.*, vol. XXXVI, p. 186.
(3) *Short notice of american fossil fishes* (*ibid.*, vol. XLI, 1841).
(4) *Notice of newly discovered fish beds*, etc. (*ibid.*, vol. XLIV, p. 134, 1843).

New-York et à 10 de Boonton, localité où l'on en avait déjà trouvé. Ces empreintes sont dans une argile schisteuse foncée qui sépare le conglomérat calcaire panaché du grès rouge placé dessous. 3 de ces espèces sont communes à tous les bancs où l'on en a rencontré au nord-est dans la Nouvelle-Angleterre. Quelques-unes des autres semblent être très voisines des *Palæoniscus* du calcaire magnésien d'Angleterre. Le genre *Catopterus* commun à Boonton et au Connecticut n'a pas été indiqué dans ce même calcaire. A Pompton il y a deux bancs distincts à ichthyolithes séparés par des grès. Des Ornithoïdichnites ou Ornithichnites ont été observés dans les mêmes localités ainsi que des empreintes attribuées à des gouttes de pluie ou à des grêlons, et dont l'obliquité indiquait qu'un vent violent avait accompagné le phénomène (1).

On a vu que nous avions signalé, d'après M. W.-B. Rogers, l'existence d'une coquille, ou plus probablement d'une empreinte de *Posidonomya keuperi*, dans le grès rouge de la Virginie (2). De son côté, M. Redfield (3) semble disposé à placer quelques nouveaux poissons qu'il a décrits, ainsi que d'autres fossiles provenant du grès rouge du New-Jersey, à la partie supérieure de la même formation en Europe, ce qui serait bien différent de l'opinion qu'il avait émise précédemment, puisque c'était à la partie inférieure de ce même système qu'il rapportait les autres gisements de poissons. N'oublions pas de faire remarquer que vers le même temps M. Agassiz (4) rangeait dans le terrain houiller tous ces poissons lépidoïdes provenant du grès rouge des États-Unis (*Palæoniscus*

(1) M. Lyell, qui avait observé des empreintes de gouttes de pluie sur le sable des plages actuelles de la baie de Fundy, en avait constaté de semblables sur des plaques de grès rouge de Newark (New-Jersey) (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 238, 1851). — *Travels in North America*, vol. II, p. 126, 1845). Mais M. Desor avait pensé que la plupart de ces empreintes pouvaient provenir de bulles d'air s'élevant à travers la vase et le sable de la plage (*Edinb. new philos. Journ.*, p. 246, 1850). — Voy. aussi : W. Buckland, *Report brit. Assoc.*, 1842, p. 57. — *Anté*, p. 41.

(2) Suivant l'opinion de M. R. Jones (*anté*, p 23), le corps désigné sous le nom de *Posidonomya minuta* est probablement un crustacé du genre *Estheria ;* il serait donc possible qu'il en fût de même de cette *Posidonomya keuperi* mentionnée par M. Rogers.

(3) *Amer. Journ.*, vol. XLV, p. 314, 1843.

(4) *Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*, in-4°, p. xxxv, 1844.

*fultus*, *P. Agassizii*, *P. macropterus*, *Catopterus gracilis*, *C. parvulus*, *C. anguilliformis*, *Eurynotus tenuiceps*).

Tout en admettant que les grès de la vallée du Connecticut sont plus récents que la formation houillère, M. Lyell (1) pensait encore, en 1845, qu'il n'y avait pas de données suffisantes pour que l'on fût fixé sur leur âge, car les empreintes si nombreuses de pieds d'oiseaux sont sans valeur, puisque en Europe on ne connaît pas de traces d'animaux de cette classe à une époque aussi ancienne. En outre, les poissons pris pour des *Palæoniscus* et supposés d'abord contemporains du calcaire magnésien ou permien pourraient, suivant M. Redfield, constituer un genre nouveau qui en serait seulement voisin, dont les écailles sont différentes et dont les vertèbres moins prolongées dans le lobe supérieur de la queue, que dans les *Palæoniscus* d'Europe en feraient des espèces moins hétérocerques que les types du genre si répandu dans les dépôts paléozoïques. Sir P. de Gray Egerton, continue M. Lyell, a confirmé les observations du zoologiste américain, en ajoutant que les dents fortes et coniques ainsi que la petitesse de la bouche sont encore des caractères bien distinctifs de ces espèces. Dans 5 ou 6 qui proviennent de Durham (Connecticut), les écailles sont plus lisses que dans celles du *Magnesian limestone* qui sont plus ou moins striées et dentées sur les bords postérieurs. Par ces caractères, les espèces d'Amérique se rapprocheraient davantage de celles du terrain houiller, déduction, comme on le voit, précisément inverse de celle qui précède.

M. Redfield (2) a fait encore remarquer depuis, que les poissons du New-Jersey ne sont pas ceux du nouveau grès rouge de l'Europe, que le grès du Connecticut repose directement sur les roches granitiques de Northfield, à la limite du New-Hampshire, que celui de Trescot (Maine) recouvre les calcaires siluriens (groupe du Niagara), avec lesquels il est concordant et que le grès de la Nouvelle-Écosse passe sous les dépôts houillers de ce pays. Quoi qu'il en soit, il paraît certain, et c'est tout ce qu'on peut dire, quant à présent,

---

(1) *Travels in North America*, vol. I, p. 125, 1845. — De la Bèche, *Address delivered at the ann. Meet. of the geol. Soc. of London*, 10 févr. 1848, p. 30.

(2) *Proceed. of the Boston Soc. of natur. history*, vol. III, p. 218 et suiv., 1851.

que ces derniers n'existent pas sous le grès rouge du Connecticut.

D'après M. Wells, il serait encore douteux si les couches fossilifères supérieures à ce grès en font réellement partie ou si elles doivent être regardées comme jurassiques, car les assises inférieures seules affectent les caractères de la formation. Elles sont rouge-clair ou rouge-brun, à grains de grosseur variable, tandis que les roches placées dessus sont des argiles et des schistes noirs, rouges et bleus, avec quelques bancs calcaires et des conglomérats subordonnés. C'est seulement dans ces derniers, qu'auraient été rencontrés, suivant l'auteur, les Ornithichnites, les poissons, les plantes, les os de vertébrés à East-Windsor (Connecticut) et à South-Headley (Massachusetts). Ces schistes et ces argiles recouvriraient même transgresssivement le grès inférieur. A l'ouest de Springfield, ces couches affectent aussi des caractères fort différents. M. Wells se demande, si cette partie supérieure du système n'appartiendrait pas plutôt à la formation jurassique qu'au trias. Les poissons du Connecticut, tous des couches supérieures, seraient intermédiaires entre les vrais hétérocerques et les homocerques, et, par conséquent, rapportés indifféremment à l'une ou à l'autre formation.

Enfin, M. J. Lea (1) a mentionné quelques débris de saurien (*Clepsysaurus pennsylvanicus*) dans le nouveau grès rouge du comté de Lehigh en Pennsylvanie, et M. J. Wymann (2), des ossements provenant du même horizon dans la vallée du Connecticut.

Mémoires de M. J. Marcou. Dans la première classification de M. J. Marcou (3), les grès de cette vallée avec les couches fossilifères étaient aussi rangés dans le trias, parallèlement au nouveau grès rouge d'Angleterre, ou plus exactement, dit-il d'après M. Agassiz, avec les marnes irisées (*Keuper*). On a vu qu'alors aussi (*antè*, vol. VII, p. 673) l'auteur rapportait au lias ou du moins à la formation jurassique les dépôts charbonneux de la Virginie. Plus tard (4), il a placé dans sa seconde division ou second étage une partie du grès rouge sans fossiles et sans gypse de la Virginie et du New-Jersey ; puis,

(1) *On a fossil saurier*, etc., Sur un saurien fossile du nouveau grès rouge de Pennsylvanie, in-4°. Philadelphie, 1842.

(2) *Amer. Journ.*, vol. XX, p. 394, 1855.

(3) *Loc. cit.*, p. 41, 1853. — Voy. *antè*, p. 606.

(4) *Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 869, 1855.

dans le troisième (p. 870), des gypses indiqués dans le grès rouge de ce dernier État et à l'île du Prince-Édouard, regardant cet horizon comme parallèle au muschelkalk de l'Europe. Les couches fossilifères ou à empreintes d'Ornithichnites, de poissons, de plantes avec quelques débris de sauriens de la vallée du Connecticut, de Pompton et de Princeton dans le New-Jersey, d'Upper-Milford en Pennsylvanie, sont associées ici aux couches charbonneuses de la Virginie, etc., et leurs équivalents, dit l'auteur (p. 871), en se fondant sur les fossiles dont nous avons parlé, seraient sans aucun doute, les marnes irisées de la France, le *Keuper* de l'Allemagne et le *Variegated marl* de l'Angleterre. Enfin, M. Marcou place dans la plus basse des trois divisions qu'il a adoptées en 1858 (1), c'est-à-dire, avec les grès du lac Supérieur, ceux de la côte de la baie de Fundy, une partie de ceux des îles du Prince-Édouard et Madeleine, les grès rouges de la Virginie et du New-Jersey qui ne renferment pas de fossiles, mettant le tout au niveau du grès bigarré de l'Europe. Les gypses du New-Jersey et de l'île du Prince-Édouard se trouvent alors dans la division moyenne correspondant au muschelkalk, et les couches fossilifères précédentes dans la troisième ou supérieure.

Dans des publications subséquentes du même géologue, publications assez peu régulières quant à la forme, et dans lesquelles les questions de personnes tiennent une grande place, nous trouvons encore quelques mentions du trias de l'Amérique et de l'existence d'un représentant du *Magnesian limestone* d'Angleterre, l'expression de *formation permienne* ou de *terrain permien* répugnant à l'auteur, sans doute en prévision de celle de *dyas* qu'il devait proposer l'année suivante. Dans sa *Note pour servir à une description géologique des Montagnes-Rocheuses* (2), l'existence de ce terme supérieur du terrain paléozoïque est plus franchement posée, mais on ne comprend pas la nécessité de cette note, lorsque la même année M. Marcou semblait avoir épuisé son sujet dans sa *Géologie du nord de l'Amérique*. Nous nous abstiendrons, d'ailleurs, d'entrer ici dans une polémique assez vive qui s'est élevée entre lui et plusieurs géologues américains ; elle a un caractère trop personnel pour appartenir au domaine de l'histoire, et il n'en a jailli aucune

(1) *Geology of North America*, in-4°, p. 11, 65, 1858.
(2) *Arch. des sc. de la Biblioth. univ. de Genève*, p. 16, juin 1858.

lumière sur les opinions ou les faits contestés d'une part et affirmés de l'autre (1).

Dans une dissertation publiée en 1859, sous le titre de *Dyas et trias* (2), M. Marcou est encore revenu sur ce sujet et sur ses propres observations en répétant ce qu'il avait dit relativement à la zone orientale qui nous occupe. Mais il y a de plus ajouté de nouveaux documents puisés dans des ouvrages récents qui ne nous sont point parvenus et que par ce motif nous reproduirons ici.

M. Emmons (3), après une étude suivie des dépôts rouges de la Caroline du Nord, les rapporte à la période du nouveau grès rouge, et les données géologiques relatives aux couches rouges de la Virginie et de la Caroline sont résumées de la manière suivante, en allant de haut en bas :

1. Grès marneux rouge des comtés d'Anson et d'Orange.
2. Marnes schisteuses noires, surtout à Gowrie-Pit, dans le comté de Chesterfield (Virginie); au-dessous sont des couches de charbon de 15 mètres d'épaisseur avec *Equisetum columnare*, *Calamites arenaceus*, *Pecopteris stuttgartiensis*, *Pterozamites longifolius*, *Acrostichites oblongus*, *Strangerites magnifolia*, *Sphenoglossum quadrifolium*, *Albertia latifolia*, *Voltzia*, nov. spec., *Posidonomya triangularis*, poissons et sauriens.
3. Grès gris et conglomérats de Deep river.
4. Série de Chatham. Grès grisâtre, passant vers le bas à des schistes bitumineux, avec des couches de charbon peu épaisses. M. Emmons y a recueilli : *Equisetum*, *Calamites*, *Walchia angustifolia*, *Sphenopteris ægyptiaca*, *Cypris*, *Bairdia*, *Limulus*, *Posidonomya*, *Amblypterus ornatus*, des dents de Squales, de Pycnodontes, des ossements de sauriens Labyrinthodontes et Thécodontes (*Dictyocephalus elegans*, *Clepsysaurus Leai*, *Rutiodon carolinensis*) et une mâchoire inférieure qui proviendrait d'un mammifère (*Dromatherium sylvestre*).
5. Grès rouge et brun passant à des conglomérats très puissants avec des troncs d'arbres silicifiés et des Fucoïdes.

---

(1) Voy. *Geology of the North America*, passim, et *Reply to the criticism of J.-D. Dana*, etc., in-8°. 1859.

(2) P. 39, in-8°. Zurich, 1859.

(3) *Geological report of the midland counties of North-Carolina*, 1856. — *American geology, containing a statement of the principles of the science*, etc., avec atlas, fossiles, cartes, in-8°, part. 1-6. Albany, 1856-57.

Cet ensemble de couches repose sur les roches cristallines, et sa moindre épaisseur serait de 1500 mètres. L'auteur ne doute pas que les assises 1, 2 et 3 n'appartiennent au trias ; il est incertain sur le niveau de la quatrième et rapporte la cinquième au système permien ou aux dépôts équivalents. Les réflexions qui accompagnent ces conclusions et les suppositions qu'elles lui suggèrent seraient ici superflues, d'autant plus que, n'ayant point sous les yeux l'ouvrage de M. Emmons, il nous serait difficile d'en apprécier la valeur réelle.

### § 2. — Région occidentale.

La manière dont se terminent au sud-ouest dans les Carolines les lambeaux de grès rouges, déposés dans des dépressions de schistes cristallins et non recouverts par d'autres roches secondaires, peut faire douter qu'ils existent sur le pourtour de l'extrémité méridionale de la chaîne des Apalaches, au-dessous des dépôts crétacés des États d'Alabama, de Tennessee, etc., et dans toute la partie orientale de la vallée du Mississipi, de sorte que la chaîne a cela de particulier que les dépôts secondaires et tertiaires de son versant oriental ne se répètent point, comme cela a lieu si souvent, sur le versant opposé, et qu'après sa formation, qui date de la fin de la période carbonifère, ses pentes tournées à l'O. n'ont jamais été recouvertes. Généralités.

On a déjà vu qu'au-delà du Mississipi les géologues n'étaient point d'accord sur l'âge du grand système de grès rouge compris entre le 30° et le 45° degré de latitude, et qui paraît constituer une portion considérable des Montagnes-Rocheuses dans cet espace. Les uns le considèrent avec M. H.-D. Rogers (1) comme crétacé, les autres, comme M. Marcou (2), y voient un *terrain de nouveau grès rouge* représentant le trias avec quelques assises permiennes. On a vu de plus que pour ce dernier géologue le système arénacé rouge contourne au nord-ouest le massif cristallin de Minesota, et se recourbe droit à l'est, de manière à venir former la côte méridionale du lac Supérieur, tandis que, suivant d'autres observateurs,

(1) *Geological map of the United-States*, 1 feuille, 1855.

(2) *Carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises*, 1 feuille, 1855.

cette même région appartiendrait précisément au grès paléozoïque le plus ancien ou *grès de Potsdam.*

Nous ne possédons encore sur la plus grande partie de cette immense surface des Montagnes-Rocheuses que des esquisses faites à grands traits, des coupes ou profils tracés de l'E. à l'O., à des distances souvent considérables les uns des autres et qui laissent nécessairement beaucoup de lacunes entre eux ; il nous sera donc facile de résumer en peu de mots ce que l'on sait à cet égard. Pour les côtes du lac Supérieur, au contraire, des travaux très détaillés, exécutés avec le plus grand soin, nous permettront de faire apprécier au lecteur l'opinion la plus probable.

Les grès observés par M. Featherstonaugh (1) sur beaucoup de points, entre le Missouri au nord, la rivière Rouge au sud, et de la baie Verte et du territoire du Visconsin au Coteau de Prairie, ont été rapportés par lui au vieux grès rouge (*Old red sandstone*) ou au moins au terrain de transition. La géologie du pays situé à l'ouest des Montagnes-Rocheuses, dit M. Ball (2), est remarquablement simple et uniforme. La roche principale est un grès rouge, et ce serait, suivant lui, le même que celle qui renferme les sources salées de la partie ouest de l'État de New-York et qui se trouve sous les roches basaltiques du Connecticut et de l'Hudson. On le rencontre également lorsqu'on remonte vers le nord entre les pentes des Montagnes-Rocheuses et la rive droite du Mississipi. Ainsi ce massif montagneux semble s'élever du milieu d'une mer horizontale de grès rouge comme une île soulevée des profondeurs de l'Océan. On conçoit qu'à l'époque où l'auteur écrivait, il pouvait se tromper sur des rapprochements basés sur des caractères minéralogiques entre des contrées aussi éloignées les unes des autres. On trouve encore de nombreux renseignements relatifs au gisement de ces grès dans le rapport de M. J.-C. Frémont sur l'expédition faite en 1843 et 1844 et dirigée de l'E. à l'O, entre le 40° et le 45° degré de latitude.

---

(1) *Geological report of examination made in* 1835, etc., passim. Washington, 1836. — Voy. aussi, pour les recherches antérieures, les ouvrages rappelés par M. Marcou : *Geology of North America*, p. 110 et suiv.

(2) *Geology and Meteorology west of the Rocky-Mountains* (*Amer. Journ.*, vol. XXV, p. 351, 1834. — *Ibid.*, vol. XXVIII, p. 1, 1835).

Grès du lac Supérieur. Observations de M. Houghton.

Vers le même temps, l'attention fut appelée sur des roches métallifères qui bordent en partie les côtes méridionales du lac Supérieur, et les opinions les plus diverses furent émises sur l'âge véritable des grès rouges qui les accompagnent. Suivant le docteur Houghton (1), qui l'un des premiers s'occupa de cette question, les grès, à l'est de la baie de Keweenaw, plongeaient au S.-E. sous un angle assez faible et passaient sous un calcaire qu'il regardait comme représentant celui de Trenton, tandis que les conglomérats et les grès à l'ouest de la pointe de Keweenaw, bordant les trapps au nord, plongeaient dans cette dernière direction sous un angle très prononcé. Il supposait que ces derniers, contemporains du nouveau grès rouge, avaient été déposés avant l'arrivée au jour des roches trappéennes.

Recherches de M. C.-T. Jackson.

M. C.-T. Jackson (2), sans distinguer absolument les grès du sud de la pointe de Keweenaw de ceux du nord, a été amené à une opinion à peu près semblable. Il a décrit les filons de cuivre parallèles aux roches stratifiées que traverse le trapp ou qui coupent ces roches dans diverses directions et sous divers angles. Les derniers sont exploités de préférence. Les premiers sont dirigés E.-N.-E., O.-S.-O. comme la ligne de contact des grès et des trapps, et placés entre ces deux roches, soit dans l'amygdaloïde, soit dans l'épidote qui est la gangue la plus habituelle du cuivre. Des murs réguliers de ce métal natif, de plusieurs centimètres d'épaisseur, ont été observés dans les mines de l'Ontonagon, et des feuillets fort étendus dans les filons à l'est et à l'ouest de l'île Royale.

Les filons transversaux courent généralement N. 26° à 30° O., S. 26° à 30° E., coupant par conséquent la direction des précédents. Ils sont surtout riches dans les trapps amygdaloïdes, mais au delà ils sont peu exploités. Dans le trapp compacte ils s'amincissent, se réduisant à de minces feuillets de métal pur. La substance la plus abondante de la gangue est la préhnite en plaques régulières, de chaque côté des fissures et à surfaces mamelonnées vers le milieu des filons. Les autres minéraux sont la chaux carbonatée, la lau-

(1) *Amer. Journ.*, vol. XXXIV, p. 190, 1838. — *Fourth sess. of Assoc. amer. geol.*, Albany, 1843. — *Amer. Journ.*, vol. XLV, p. 160, 1843.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 667, 1850. — *A geological structure of Keweenaw-Point* (*Proceed. amer. Assoc.*, 2d *meet.*, 1849, p. 288. — *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. X, p. 650, 1850).

monite, la léonhardite, le quartz, la datholite, la chabasie, la mésotype, l'apophyllite, le feldspath, l'analcime et la wollastonite. Les filons, de 0m,15 seulement d'épaisseur à la surface, augmentent dans la profondeur où la préhnite diminue et finit par disparaître, tandis que les lamelles de cuivre s'accroissent et la remplacent. Ainsi à la mine de la Compagnie de Boston et Pittsburg, à 68m,70 au-dessous de la base du rocher, des plaques de cuivre ont jusqu'à 1 mètre d'épaisseur et les minéraux précédents ont disparu. L'une de ces masses de métal pesait jusqu'à 80 tonnes, et le filon a été suivi l'espace de 160 mètres. En 1850, cette mine fournissait 100 tonnes de cuivre natif, renfermant 60 pour 100 de cuivre pur. A la mine de Copperfalls une masse de 8 tonnes de cuivre très pur renfermait une forte proportion d'argent. Les deux métaux ne forment point un alliage ; ils sont séparés et distincts à l'œil comme dans toutes les mines de ce district, et le cuivre prend un aspect porphyrique.

M. Jackson s'est aussi occupé du mode de formation de ces filons ainsi que des substances qu'ils renferment, et, après avoir rappelé les opinions émises à ce sujet, il pense que les minerais de cuivre ont été apportés par les causes qui ont fait surgir les trapps. « Quant à » l'âge du grès du lac Supérieur, dit-il en terminant (p. 672), il y a » des opinions diverses. Il ne renferme point de fossiles, et l'on est » ainsi privé du moyen le plus efficace pour le déterminer. Pour » moi, dès 1844, j'ai pensé que, par suite des caractères minéralo- » giques et géologiques, de l'identité des minéraux qu'ils contien- » nent et de leur parallélisme, les grès de la Nouvelle-Écosse et ceux » du lac Supérieur étaient contemporains, qu'ils devaient être rap- » portés au nouveau grès rouge, ou au moins être considérés comme » du même âge que les grès du New-Jersey et du Connecticut; » cette opinion, je crois devoir la maintenir. »

« Dans la partie méridionale de la pointe de Keweenaw, le grès repose horizontalement sur un calcaire silurien qu'il entoure et qui est incliné de 30°; il doit donc appartenir au vieux ou au nouveau grès rouge; mais par l'absence de fossiles il est plus probable qu'il appartient à ce dernier, et, bien qu'on ait avancé qu'il passait sous les roches siluriennes, le fait n'est pas encore constaté. »

Travaux de MM. Foster et Whitney, et remarques diverses.

Cependant, en 1847, les géologues du Canada, d'accord avec ceux de Michigan, disent MM. W. Foster et D. Whitney (1), recon-

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VIII, p. 89, 1850.

nurent que les grès en question passaient sous les calcaires siluriens le long des bords du fleuve Sainte-Marie; aussi, partant de cette donnée, ces deux observateurs ont suivi à leur tour ces mêmes grès l'espace de 100 milles sur la côte méridionale du lac, jusque près de la rivière aux Carpes, où ils se trouvent interrompus par des collines abruptes de quartz, courant E. 10° N. à O. 10° S., et occupant le littoral sur une longueur de 10 milles. Dans cette étendue on trouve encore par places quelques lambeaux de grès, de sorte que cette lacune partielle ne justifierait pas suffisamment la distinction que l'on a cherché à établir entre ces grès et ceux de l'ouest ou de la pointe de Keweenaw. On a observé en 1848, près de la rivière Esturgeons, des calcaires fossilifères du système silurien inférieur. Près de Portalis, un calcaire semblable, associé à des grès très calcarifères, repose à stratification concordante sur des grès et passe même à ceux-ci. Quant aux conglomérats composés de fragments arrondis de trapp, cimentés par un sable rouge, ils alternent avec des masses de trapp de 900 à 1200 mètres d'épaisseur, inclinées dans le même sens et présentant de fausses lignes de stratification. On peut distinguer jusqu'à 17 de ces alternances dans l'espace d'un mille. Le trapp se sépare nettement du grès vers sa base, tandis que vers le haut il passe à une amygdaloïde, et les roches tendent à se confondre. Les unes et les autres auraient été déposées d'abord horizontalement, puis soulevées ensemble lors de l'arrivée au-jour des trapps cristallins formant un axe anticlinal régulier. De chaque côté de cet axe, les strates plongent en sens inverse et redeviennent horizontaux à une certaine distance.

Entre la pointe de Keweenaw et l'Ile Royale, les grès décrivent une courbe immense qui constitue le bassin actuel du lac dont la profondeur est de 60 à 120 mètres au-dessous du niveau de l'océan. Pour MM. Foster et Whitney les conglomérats sont le résultat de causes locales qui n'ont pas influencé les dépôts siluriens en dehors du bassin. La coupe (p. 96) tracée de la baie de Keweenaw au cap Thunder, montre bien les relations stratigraphiques indiquées par ces deux géologues. Ainsi les trapps avec filons de cuivre supportent de part et d'autre les conglomérats et les trapps stratifiés qui, à l'est, sont à leur tour recouverts par les grès en discussion. Dans la coupe de la baie Verte, un massif granitique situé au nord-ouest sépare le lac Supérieur du lac Michigan, et le grès silurien inférieur de Potsdam, reposant transgressivement sur des schistes talqueux amphiboliques, est surmonté par toute la série silurienne

jusqu'au calcaire du Niagara (p. 100). En résumé, le grès du lac Supérieur serait partout la base du terrain paléozoïque ; il se rattache directement aux dépôts de même nature de l'état de New-York, désigné sous le nom de *grès de Potsdam*. Il a éprouvé pendant sa formation des perturbations locales qui ont donné lieu à des conglomérats alternant avec des couches de trapp. Toute la masse a été soulevée ensuite, dans une étendue peu considérable, par la principale éruption des trapps auxquels sont associés les filons de cuivre.

M. J. Marcou (1) a objecté à cette conclusion que MM. J. Hall, C.-T. Jackson et Dale Owen ne regardaient pas ces grès comme aussi anciens. En l'absence de fossiles, ces roches affectent tous les caractères pétrographiques du nouveau grès rouge de l'est, tandis qu'elles n'offrent point ceux du grès de Potsdam, et l'on ne peut comparer à ce dernier le grès du Saut-Sainte-Marie. Il a, dit-il, parcouru deux fois en 1848 la rivière de ce nom pour constater la superposition invoquée dont aucune coupe n'avait été donnée ni le lieu précis constaté, et il n'a rien trouvé qui la lui ait confirmée. On peut regretter que M. Marcou n'ait pas donné un relevé graphique détaillé des bords de cette rivière, pour montrer qu'en effet la superposition annoncée ne pouvait pas s'y trouver, car une simple assertion négative est aussi insuffisante qu'une affirmation sans preuve. Quant aux éruptions trappéennes, elles seraient contemporaines de celles de la Nouvelle-Écosse.

Dans le même temps, MM. Foster et Whitney publiaient un excellent rapport sur la géologie et la topographie d'une partie du district qui entoure le lac Supérieur dans l'État de Michigan (2). Ce travail est accompagné de cartes très détaillées, construites avec soin, et de coupes qui contribuent beaucoup plus à avancer la science que les dissertations sur des points de théorie dont on ne doit s'occuper qu'après avoir acquis une connaissance complète et fait une étude approfondie de chaque sujet. Les trois cartes de la pointe de Keweenaw, de l'île Royale et de la région comprise entre le lac de Portage et la rivière Montréal, embrassent tout ce que l'on appelle le *pays des mines*. Nous engageons le lecteur qui vou-

---

(1) *Ibid.*, p. 101.

(2) *Report on the geology and topography of a portion of the lake Superior land district in the state of Michigan*, part. 1, in-8°. Washington, 1850.

drait avoir une idée de la structure et de la composition géologique singulière de ce pays à parcourir l'ouvrage de MM. Foster et Whitney, ouvrage essentiellement utile et pratique, et dans lequel, si les auteurs ont négligé la question des grès au point de vue général, ils en ont donné, ce qui vaut mieux, une description très bien faite qui montre leurs relations et leurs caractères dans le pays même.

Travaux de M. D.-D. Owen.

De son côté, M. D. Dale Owen, dans un travail des plus complets et des plus remarquables à tous égards (1), rappelle d'abord l'opinion du docteur Houghton, puis la sienne propre, telle qu'il l'émettait en 1848. Il pensait alors que, d'après les caractères pétrographiques et minéralogiques, il y avait lieu de présumer que les grès du lac Supérieur avaient été déposés après l'ère carbonifère. Mais, ayant ensuite pris en considération tous les faits observés par lui et par d'autres géologues, il est revenu sur cette manière de voir. Pour compléter les documents les plus importants que nous ayons eus sur la question dont il s'agit, nous essayerons de donner une idée de l'argumentation de M. Dale Owen. Ses raisonnements serrés et parfaitement suivis font honneur à sa science, comme son impartialité et sa modestie à son caractère.

Ces grès ont été rangés successivement, avons-nous dit, dans le vieux grès rouge (*Old red sansdtone*), dans le système silurien supérieur au-dessus du groupe du Niagara, avec le grès de Potsdam à la base, enfin, au-dessus de la série paléozoïque dans le *New red sandstone*. Non-seulement, les caractères pétrographiques tendent à les rapprocher de ce dernier ou à les mettre en parallèle avec les grès de la Virginie, du Maryland, du New-Jersey, du Connecticut et de la Nouvelle-Écosse, mais encore ce rapprochement est appuyé par le résultat des analyses chimiques auxquelles ils ont été soumis. Ils diffèrent au contraire tout à fait des variétés les plus ordinaires des grès qui, sur les bords du Mississipi et de ses affluents, doivent être regardés comme les véritables équivalents du grès de Potsdam. Ces derniers, bleus ou jaunâtres, siliceux, non ferrugineux, non argileux, renferment 92 pour 100, et même davantage de silice,

(1) *Report of a geological Survey of Visconsin, Iowa, and Minesota*, p. 188, grand in-4° avec 15 pl. de fossiles et 21 pl. de cartes et coupes. Philadelphie, 1852. La côte méridionale du lac Supérieur appartenant à l'État de Michigan est restée en blanc sur la carte de M. D. Owen.

et à peine 3 pour 100 d'alumine et de fer. Quant à leurs relations stratigraphiques, il résulte des observations de MM. Dale Owen et Norwood, sinon une preuve incontestable, du moins une grande probabilité que ces grès sont inférieurs à la base des roches paléozoïques de la vallée du Mississipi.

Sur la rivière Sainte-Croix, précisément au-dessous des cataractes, des couches à Lingules et à Orbicules constituent la base du système silurien de cette vallée. Elles paraissent horizontales, et reposent sur des trapps. Le plongement général dans cette région est au S.-E., d'où il résulte, qu'en remontant la rivière au-dessus des chutes on doit atteindre des couches plus profondes. En effet, jusqu'à l'embouchure de la Snake, les grès quartzeux blancs ou jaunâtres se voient de chaque côté de la rivière. Mais à 5 milles plus haut, on rencontre à sa place un grès rouge, argileux, ferrugineux, semblable par sa teinte et sa composition au grès du lac Supérieur et associé de même avec des conglomérats rouges grossiers et des trapps en place. Sur les rivières Snake et Kettle, au nord-ouest, le changement ou le passage du grès blanc quartzeux au grès rouge-brun argileux et ferrugineux serait graduel. On ne peut pas douter que, si ces derniers sont bien en place et n'ont pas été dérangés de leur position première, ils ne sortent de dessous le grès quartzeux blanc et ne constituent, par conséquent, l'assise la plus basse de la formation silurienne.

Il en est de même, lorsqu'on remonte la rivière Sainte-Croix. Ces grès conservent leur teinte, leurs caractères arénacés, argileux et ferrugineux et leur inclinaison au S.-E., tant qu'on les aperçoit sous les dépôts quaternaires, jusqu'à 10 milles du lac Sainte-Croix où la rivière de ce nom prend sa source, et même bien au delà. C'est à 33 milles au nord de ce point, au Bois-Brûlé du lac Supérieur, que se montrent en place, sous ces mêmes dépôts de transport, des grès rouges encore semblables aux précédents dans tous leurs caractères et inclinés de même. L'espace intermédiaire est complétement occupé par les dépôts erratiques, et l'on n'y voit affleurer aucune roche. Pour que la déduction précédente fût sans objection, il faudrait donc être assuré de la continuation du plongement originaire du grès de la rivière Sainte-Croix et de ses affluents, et ensuite que, dans cet espace de 35 milles, il y ait continuité des couches et de l'inclinaison; cette dernière condition ne nous paraît pas d'ailleurs indispensable.

M. Dale Owen examine après le cas possible où ces grès au-

raient été déposés dans des bassins différents dont les bords se seraient trouvés près du confluent des rivières Snake et Sainte-Croix. Dans l'un au sud, se prolongeant vers la vallée du Missisipi, aurait été déposé le grès silurien inférieur, dans l'autre au nord, à une période subséquente, le grès rouge avec les schistes et les conglomérats rapportés au vieux ou au nouveau grès rouge. On conçoit en outre, qu'au nord des sources de Sainte-Croix, quelque mouvement, occasionné par des roches ignées, a pu déterminer un axe de dislocation et tourner vers le nord l'inclinaison première, en élevant et en pliant le grès rouge, de manière à modifier le plan général des dépôts et à changer une faible inclinaison au nord en une faible inclinaison au sud. Alors le grès quartzeux, quoique paraissant recouvrir avec concordance le grès rouge, pourrait s'appuyer simplement contre lui. Mais rien, dans la disposition générale du pays, ne vient confirmer cette hypothèse.

Les dépôts de transport cachent le noyau de la ligne de partage des eaux du lac et de la rivière Sainte-Croix ; mais, lorsqu'on suit cette ligne vers l'E. aux sources de Bad river, on reconnaît que ce bombement est un des plus anciens du pays, et qu'il est antérieur au soulèvement que l'on supposerait avoir produit la ligne actuelle de partage. Le relief de celle-ci est d'ailleurs trop faible pour avoir pu dans cet intervalle renverser l'inclinaison première des couches.

Aussi bien pour les grès quartzeux clairs du Wisconsin et de Minesota que pour les grès rouges à l'ouest et au sud du lac Supérieur, l'auteur insiste particulièrement sur le fait général d'une inclinaison au S., circonstance tout à fait contraire à la supposition d'un bassin isolé au nord. Cette disposition se rattache à la grande chaîne de roches ignées qui se voit sur le rivage septentrional du lac, courant aussi N.-E., S.-O., comme l'axe principal de dislocation d'où les grès s'étendent et s'abaissent constamment au S., sans être arrêtés, dans ce plongement général, par les lignes basses de partage situées entre le lac et le Missisipi, puis se prolongent encore au delà jusqu'à ce qu'ils disparaissent sous le calcaire magnésien inférieur du Wisconsin méridional. En effet, l'inclinaison générale est plus prononcée au nord du lac qu'au sud, et elle diminue de plus en plus dans cette dernière direction, sauf les interruptions accidentelles occasionnées par les trapps.

En outre, le savant géologue américain cite diverses localités où les assises les plus basses de grès silurien affectent, dans le voisinage

des granites, la teinte rouge et ferrugineuse des grès du lac Supérieur, mais sont plus quartzeuses à la vérité. Quelquefois la roche est un quartzite ferrugineux, bien que son aspect général la rapproche davantage du grès des bords du lac que du grès blanc et jaunâtre auquel elle succède. Les grès rouges du lac Supérieur, du Wisconsin et de Minesota ne seraient alors que le prolongement des mêmes variétés argileuses et ferrugineuses qui apparaissent sur les bords de la rivière Sainte-Croix, et qui doivent leurs caractères à quelques causes locales, telles que des eaux chargées de fer, des éruptions ignées, etc. Avec les schistes et les conglomérats qui leur sont associés, ces grès constituent les plus anciens dépôts sédimentaires de cette région. L'absence complète de fossiles (1) serait encore une présomption de plus en faveur de leur ancienneté ; car il serait difficile de trouver dans le système silurien inférieur, dans le système dévonien ou dans celui du nouveau grès rouge une épaisseur de couches de plus de 1500 mètres sans y rencontrer de traces organiques.

Mémoire de M. Rivot. Nous mentionnerons encore, comme faisant naturellement suite à ces recherches des géologues américains sur la région méridionale du lac Supérieur, un travail de M. Rivot (2), ingénieur des mines. Le lecteur y trouvera des détails intéressants qui confirment ceux que nous avons déjà donnés sur les rapports des roches ignées et sédimentaires, sur les conglomérats, sur le gisement des minerais de cuivre, sur l'exploitation et le traitement de ces derniers, etc. Quant aux grès, objet de la controverse, « ils couvrent, » dit l'auteur (p. 229), la plus grande partie de la contrée et for» ment presque toute la côte depuis le Saut-Sainte-Marie jusqu'au

(1) M. Dale Owen a cependant fait figurer des empreintes extrêmement vagues provenant de ces grès et qu'il attribue à des Fucoïdes, mais ce pourrait aussi bien être toute autre chose, ou même de simples *ludus*.

(2) *Voyage au lac Supérieur*, exécuté en 1854, avec 2 cartes et 1 planche de profils (*Ann. des mines*, 1re sér., vol. VII, p. 173, 1855). Les deux cartes sont la reproduction de celles de MM. Foster et Whitney : *Carte géologique du lac Supérieur* et *Carte de l'île Royale, de la pointe de Keweenaw et de l'Ontanagon*. Pour étudier ces cartes, il faut suivre la légende des couleurs sur un feuillet séparé se rapportant aux pl. VI et VII et non les légendes qui accompagnent les cartes elles-mêmes et qui sont très fautives. Le texte de la légende pl. VI renferme aussi plusieurs fautes.

» massif granitique, et depuis le lac Portage jusqu'au Fond du Lac » (extrémité occidentale du lac Supérieur). Un immense lambeau » se présente encore entre le trapp et le granite, de la baie de la » Bête-Grise jusqu'à la Black river. La disposition des couches et » leur apparence ne laissent pas le moindre doute sur l'identité » des grès dans les différentes parties. Ils se sont primitivement » déposés en couches horizontales sur toute la contrée, au-dessus » des roches qui ont maintenant la texture de conglomérat et de » trapp.

« Le grès est coloré en rouge plus ou moins foncé ; les couches » les plus rapprochées du conglomérat sont très chargées d'oxyde » de fer ; les supérieures sont peu colorées, et la pâte devient cal- » caire dans celles qui sont placées immédiatement sous le calcaire » magnésien. Les grains sont presque toujours de quartz et de » feldspath ; la pâte ferrugineuse ressemble à une boue argileuse, » telle que pourraient la produire la désagrégation et la décomposi- » tion partielles des roches amphiboliques.

» Aucun fossile n'a encore été signalé dans les conglomérats et » les grès dont l'âge ne peut être déterminé que par leur position » au-dessous des calcaires magnésiens qui appartiennent à l'époque » silurienne inférieure. »

(P. 230.) On trouve seulement ceux-ci sur quelques points à l'ouest de la baie de Keweenaw, sur la gauche de la petite rivière qui se jette dans le lac de Portage et reposant sur des grès blancs. Ils n'ont d'importance qu'au point de vue géologique, comme témoins de l'identité des grès de la contrée métallifère avec ceux sur lesquels reposent les calcaires magnésiens situés à l'ouest du Saut-Sainte-Marie. Les fossiles trouvés dans ces calcaires, et déterminés par M. J. Hall, les font placer dans la période silurienne inférieure.

(P. 234.) « Les grès recouvrent partout les conglomérats, à stra- » tification parfaitement concordante, et s'étendent depuis le Saut- » Sainte-Marie jusque dans l'état de Wisconsin, en formant trois » bandes distinctes qui appartiennent au même système brisé et sou- » levé par le massif granitique du sud et par les trapps de la pointe » de Keweenaw. Ils se prolongent certainement sous les eaux du » lac, car ils apparaissent à l'île Royale dans une position symétrique » correspondante à celle qu'ils occupent sur la côte méridionale. »

Ainsi, l'ensemble des travaux les plus spéciaux et des études les plus sérieuses exécutés jusqu'à présent dans cette région méridionale du lac Supérieur est plus favorable à l'opinion qui place les

grès en question à la base du système silurien qu'à celle qui les remonterait au-dessus de la formation carbonifère (1).

Région méridionale des Montagnes-Rocheuses.

Si nous passons actuellement à la partie méridionale des Montagnes-Rocheuses, nous trouverons, dans un rapport sur une reconnaissance faite de San-Antonio à El Paso (2) au Nouveau-Mexique, beaucoup de renseignements sur le grand système de grès rouges de cette région. Ainsi, M. W.-F. Smith (p. 15 et 35) les signale au nord-ouest de Friedricksburg, près de la rivière Rouge et le long du rio Puercos. M. J.-H. Simpson (p. 63-74) en indique également de Santa-Fé au pays des Navajos à l'est, par 35°,30′ de latitude, où les roches stratifiées sont fréquemment surmontées de basaltes. Mais les couches charbonneuses et les calcaires mentionnés aussi ne permettent pas de distinguer encore bien nettement les formations auxquelles doivent être rapportées les diverses roches qui constituent des plateaux à pentes abruptes ou *mesas*.

La ligne de partage des eaux du golfe du Mexique et de l'océan Pacifique offre un bombement assez régulier (Sierra de los Membres ou Sierra-Madre). Le Cañon de Chaco est bordé de grès tendres, massifs vers le haut, stratifiés vers le bas et de dessous lesquels affleurent des couches de charbon. Le Cañon de Chelly est une fente à parois verticales de 250 mètres de hauteur sur lesquelles se dessinent les couches de grès et de conglomérats, horizontales et très régulières. Le Canoncito Bonito (p. 110), dont la largeur n'est que de 25 à 30 mètres, est compris entre deux murailles de

(1) M. J. Marcou, dans une note de sa *Géologie de l'Amérique du Nord* (p. 11, 1858), note qui a pour but de combattre cette manière de voir, dit que le grès de Potsdam incontesté est au sud de la chaîne cristalline, que le grès à *Lingula prima* cité à Tequamenon-Bay par MM. Foster, Whitney et J. Hall, n'était qu'un fragment de bloc erratique rapporté en 1845 par Forest-Shepherd, qu'il a constaté en 1853 la continuité et la relation directe des grès du lac Supérieur avec ceux des prairies situées à l'ouest et que sillonnent le Missouri, la rivière Plate, l'Arkansas, etc. L'emplacement du lac Supérieur formait alors un golfe ressemblant à la baie de la vallée du Connecticut dans la mer triasique qui entourait le continent paléozoïque de l'Amérique du Nord. Mais ces remarques et ces assertions de M. Marcou, qui ne sont pas accompagnées d'un travail descriptif spécial et détaillé, ne nous paraissent détruire en aucune manière l'argumentation de ses contradicteurs ni la précision de leurs observations.

(2) *Reports of the Secretary of War with Reconnaissances of routes from San-Antonio to el Paso*, in-8°. Washington, 1850.

100 à 125 mètres d'élévation, composées d'un grès rouge friable, incliné de 10° à l'E.; au delà, des dykes verticaux de trapp atteignent 100 à 125 mètres au-dessus du grès et courent E., O. l'espace de 200 mètres.

Après Seneguilla de Maria (35°,30' de lat.) des grès rouges et de diverses teintes se montrent fréquemment. Au rio de Zuni, ils sont surmontés par le basalte, et très remarquables au pueblo de ce nom (35°) par leurs masses ruiniformes blanches et rouges qu'interrompent des trapps. Des calcaires en couches ou en masses considérables viennent affleurer dans la vallée de la sierra de Zuni, à l'est de laquelle commence une région occupée par des roches volcaniques scoriacées, et bordée de chaque côté par des murailles de grès de 70 à 100 mètres d'élévation (p. 128). Avant d'atteindre la vallée de San-José, M. Simpson a aussi observé un grand développement de roches volcaniques, limitées au nord par des plateaux de roches sédimentaires également recouvertes de trapps et au sud par des grès.

Suivant M. R.-B. Marcy (p. 199), par 32°,50' de latitude, la partie sud de la chaîne d'Organ, non loin de Dona Aña est formée de puissantes assises de grès gris-foncé, soulevées, brisées et dans le plus grand désordre. La Sierra del Alamo, à l'est, est composée de grès gris alternant avec des roches siliceuses et s'élevant de 300 mètres au-dessus de la prairie environnante. La Camudas est une de ces énormes piles de roches meubles qui s'élancent verticalement à 150 mètres au-dessus de la plaine horizontale recouvérte de gravier, dépourvue de végétation, d'un aspect tout particulier et dont le fond est granitique.

A l'endroit où se termine la chaîne de Guadalupe est une immense falaise perpendiculaire formée par un grès de teinte claire, de près de 600 mètres de hauteur et se dirigeant au N.-E., vers le rio Puercos. A l'est de la chaîne, au contraire, la limite septentrionale des grands calcaires du Texas, dit M. H.-C. Withing, se voit à 50 milles au nord de la rivière Trinity, et les grès rouges de l'Arkansas commencent à se montrer entre le rio Brazos et le Colorado (31° de lat.). Sur les bords de la rivière Lion, on trouve leur limite méridionale, et peu de régions offrent aux géologues un aussi vif intérêt. Les falaises qui bordent les cours d'eau montrent les strates les mieux caractérisés par leurs fossiles, depuis les calcaires marins inférieurs remplis de débris organiques jusqu'aux derniers bancs de grès qui occupent la surface des prairies. Au fort Duncan, sur

le rio Grande, limite occidentale du Texas, la vallée est aussi bordée par des grès, mais d'une faible élévation.

On voit que, malgré des données géographiques assez nombreuses sur la distribution des grès rouges et gris des Montagnes-Rocheuses, leur place restait encore peu déterminée par rapport à la formation carbonifère que l'on pouvait cependant supposer inférieure et à la formation crétacée que l'on pouvait juger plus récente. Nous avons esquissé (*antè*, vol. V, p. 506-516, 1853) la limite sud de ces grandes assises de grès, bordées par les dépôts crétacés du Texas, mais, dans l'incertitude de leurs vrais rapports stratigraphiques, quoiqu'elles fussent certainement antérieures à ceux-ci, nous nous étions abstenu de prononcer. On pourrait y voir, disions-nous alors (p. 515), un membre du trias, en supposant que la formation jurassique manquât tout à fait, ou bien un système encore plus ancien ; mais, quoi qu'il en soit, ces grès paraissent former le *substratum* des couches crétacées au pied du versant oriental des Montagnes-Rocheuses, et, comme nous n'avons aucune raison de croire qu'il puisse représenter le groupe néocomiem, nous remettons à le décrire ultérieurement.

M. H.-D. Rogers, avons-nous dit, n'y voyait encore en 1855 qu'une dépendance de la formation crétacée, de sorte que, sur sa carte géologique générale des États-Unis, ce système de grès rouge est représenté par la même teinte que les marnes et les calcaires crétacés les mieux caractérisés du Texas. L'auteur, n'eût-il eu égard qu'aux différences minéralogiques dans des régions si distinctes sous ce rapport, à l'absence des fossiles dans les unes et à leur abondance si caractéristique dans les autres, enfin à une superposition qui n'était sans doute pas niée, il eût encore trouvé, dans ces trois caractères différentiels concordants, des motifs suffisants pour ne pas les confondre sous une même teinte, surtout lorsqu'il s'agissait de représenter d'aussi vastes surfaces.

Travaux de M. J. Marcou.

Dans son premier travail général sur les États-Unis, M. J. Marcou (1) parle peu de cette région qu'il n'avait pas encore visitée. Après avoir rappelé l'opinion des géologues qui placent les grès du lac Supérieur à la base du système silurien, il adopte l'opinion contraire qui les remonte au niveau du nouveau grès rouge, mais

(1) *A geological map of the United-States*, p. 39, in-8° avec carte et pl. de fossiles. Boston, 1853.

il ne dit point encore expressément dans laquelle de ses deux divisions il range les grès de la pointe de Keweenaw, de l'île Royale, etc. Il regarde comme appartenant à la même période des grès signalés par M. Stansbury à Devil's dans les Montagnes-Rocheuses et par M. Dana sur la rivière Chasty, sur les limites de l'Orégon et de la Californie. Il ne mentionne point les observations faites par d'autres voyageurs dans la partie centrale et méridionale de la chaîne; aussi sa carte ne montre-t-elle que des dépôts crétacés, tertiaires et quaternaires sur tout le versant oriental, de sorte qu'on peut lui appliquer les remarques que nous faisions tout à l'heure sur celle de M. Rogers.

(P. 73.) L'auteur s'est ensuite occupé des systèmes de dislocations les plus apparentes aux États-Unis, et, cherchant à les grouper et à les coordonner, il a désigné, sous le nom de *système de la pointe de Keweenaw et du cap Blomidon*, les dérangements qui ont affecté les roches triasiques à la fin de cette période. Quoique peu réguliers et peu énergiques, ils paraissent être suffisamment caractérisés sur les bords du lac Supérieur et de la baie de Fundy. La direction moyenne de ces accidents est E. 35° N. à O. 35°,S. Dans le New-Jersey et le Connecticut où sont les nombreux dykes de trapp, la direction plus septentrionale tend à se confondre avec le système de dislocations des Alleghanys et quelquefois avec celui des Montagnes-Vertes.

Le voyage qu'exécuta M. Marcou en 1853, suivant une direction à peu près E., O., par 35° de latitude, du fort Smith, dans l'Arkansas, à San-Pedro, sur la côte de l'océan Pacifique, modifia complétement ses idées relativement à la constitution du sud des Montagnes-Rocheuses (1). Il reconnut d'abord que, sur la carte qu'il venait de publier, la portion située à l'ouest du Missouri et du Mississipi était très fautive, parce qu'il ne possédait alors presque aucun renseignement, le pays, dit-il, n'ayant point été parcouru par des géologues. Mais l'on vient de voir qu'il existait déjà d'assez nombreux documents sur ce sujet, et que, si les voyageurs auxquels on les doit n'avaient pas la prétention d'être des géologues de profession, ces documents étaient néanmoins assez précis pour être traduits utilement sur une carte d'ensemble.

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XI, p. 156. Lettre datée d'Albuquerque, 9 nov. 1853.

Quoi qu'il en soit, M. Marcou, partant du fort Smith placé sur le terrain houiller proprement dit, a continué à marcher sur ces couches pendant environ 60 lieues jusqu'au mont Delaware et y a rencontré le calcaire carbonifère en strates très disloqués. Au delà, sur le versant ouest, commencent des assises horizontales d'argiles rouges et vertes. « Ce terrain du *New red sandstone* ou plus exac- » tement du trias joue, dit-il, un rôle très important dans la géo- » logie des immenses prairies de l'ouest ; il s'étend sur une largeur » de 150 lieues en suivant la rivière Canadienne où je l'ai traversé, » et, d'après les renseignements obtenus ici des officiers de l'armée » américaine, je ne doute pas qu'il ne se trouve depuis le Texas » jusqu'au haut Missouri et la rivière Rouge du Nord, sur une » largeur qui doit varier de 50 à 150 lieues. »

Ces dépôts rouges, dans lesquels on n'a rencontré que des bois silicifiés, sont recouverts, à 50 lieues à l'ouest de la même montagne, par quelques couches de calcaire grisâtre, sorte de lumachelle composée d'ostracées rapportées à la *Gryphœa Couloni* ou *Exogyra sinuata*, et que par ce motif on peut regarder comme néocomienne. Ce lambeau crétacé n'a ici qu'une lieue de large environ, mais à 15 lieues vers le sud, au fort Washita, il paraît être beaucoup plus étendu et surmonté de craie tuffeau. Les couches supposées triasiques règnent ensuite jusqu'au pied du plateau du *Llano Estacado* formé, comme on l'a vu (*antè*, vol. VII, p. 674), par un des termes de la série jurassique.

Cet examen, quoique rapide et fait suivant une seule ligne, a suffi à l'auteur pour reconnaître qu'au système de dislocation décrit par lui sous le nom de système de la pointe de Keweenaw et du cap Blomidon, il fallait en ajouter un autre auquel serait due l'élévation de la chaîne principale des Montagnes-Rocheuses dirigée N.-S., qui se serait produit à la fin des dépôts jurassiques américains et avant ceux du groupe néocomien des prairies de l'ouest. Quant aux volcans éteints du Nouveau-Mexique, ils ont épanché leurs laves sur les strates carbonifères, triasiques, jurassiques et quaternaires.

En continuant à s'avancer vers l'ouest, M. Marcou (1) a rencontré au delà d'Albuquerque des couches regardées d'abord comme jurassiques, mais qu'il a depuis rapportées à la craie. Entre le rio

(1) *Ibid.*, vol. XI, p. 474, 1854.

Grande et le rio Puercos, ainsi qu'à Laguna, le gypse et le grès rouge du trias sortent de dessous ces dernières, inclinent à l'E. et sont redressés vers la sierra Madre. A Cañon de Zuni, le trias se relève comme les dépôts jurassiques ; puis apparaissent les strates carbonifères que supportent les roches cristallines de l'axe de la sierra Madre. De l'autre côté de celui-ci, les roches carbonifères forment la cime culminante, à environ 10,000 pieds d'altitude, recouvertes ensuite par le grès rouge et par des produits ignés sortis des volcans éteints situés au sud.

Le contre-fort occidental de la chaîne montre encore des grès blanc-jaunâtre et des argiles bleues jurassiques. Tous les environs du pueblo de Zuni et le pays au sud de la rivière du même nom jusqu'au 35° degré de latitude, que nous avons vu aussi parcouru, quelques années auparavant, par M. Simpson, sont formés par les assises du trias, qui s'étendent sans interruption jusqu'au 111° degré de longitude occidentale. Le lit du rio Colorado-Chiquito est creusé entièrement dans ce système sur une longueur de 150 milles. Sa composition, dans cette région occidentale des Montagnes-Rocheuses, est la même que dans les prairies de l'est ; il y a seulement moins de gypse, plus de dolomies et surtout beaucoup de grès et d'argiles rouges. On n'y trouve point de fossiles, si ce n'est des bois silicifiés en si grande quantité que pendant toute une journée les voyageurs marchaient au milieu de troncs et de débris de branches en silice offrant les couleurs les plus vives. Quelques-uns de ces troncs avaient de 8 à 10 mètres de long, sur 1 mètre à 1$^{m}$,25 de diamètre.

Sur la rive droite du rio Colorado-Chiquito, de petits cônes basaltiques surmontent le grès, et à peu de distance, se dresse un énorme volcan éteint dont l'altitude ne serait pas moindre de 13 000 pieds. Ses laves sont venues recouvrir le trias et le calcaire magnésien ; c'est le groupe des montagnes de San-Francisco. Entre le 111° et le 113° degré 30′ de latitude, de nombreux cônes volcaniques éteints occupent encore presque complétement la surface des roches de sédiment qui affleurent çà et là présentant des fossiles de la période carbonifère.

Ici M. Marcou a reconnu l'existence de plusieurs lignes de dislocations appartenant à un nouveau système de soulèvement, qu'il désigne sous le nom de *système de Mogoyon*. Antérieur à celui des *Montagnes-Rocheuses*, il marquerait la fin de la période triasique, tandis que celui de la pointe de Keweenaw et du cap Blomidon se

serait produit à peu près vers le milieu de cette même période contrairement à ce qu'il avait dit précédemment (1).

Les roches de la sierra de Mogoyon sont : au centre un granite très amphibolique, puis sur les flancs des roches quartzeuses, métamorphiques, recouvertes par des assises du vieux grès rouge que surmontent le calcaire carbonifère, des grès magnésiens appartenant encore à la même formation, le *Magnesian limestone*, reconnu seulement entre le rio Colorado-Chiquito, le Gila et le Bill-Williams-Fork, enfin les nombreuses assises du trias. Les couches jurassiques se sont déposées horizontalement sur les précédentes, à stratification un peu discordante (entre Fort-Defiance et Chevalon-Fork).

Dans des notes prises par M. Pope au printemps de 1854, entre Preston, sur la rivière Rouge, et El Paso, sur le rio Grande del Norte, notes mises en ordre par M. Marcou (2), nous voyons que le rio Brazos a ses sources dans des roches appartenant au nouveau grès rouge. M. Ferd. Roemer avait soupçonné l'existence de cette formation au Texas, et M. Hitchcock (3), d'après les coupes de M. G. Shumard, pensait aussi que ces roches, désignées par l'expression de *formation gypseuse*, n'étaient point carbonifères, comme on l'avait dit, et moins encore siluriennes; mais il ne se prononça point sur leur âge. On peut reconnaître aujourd'hui que ce sont des dépôts triasiques recouvrant, à stratification discordante, les assises carbonifères et qui sont inférieurs au plateau jurassique du Llano-Estacado.

Ces diverses roches donnent à la surface du pays une teinte rougeâtre interrompue par des bandes blanches ou grises, et elles communiquent aux eaux qui le parcourent des teintes également vives; aussi peut-on dire *à priori* que partout, à l'est des Montagnes-Rocheuses, où l'on trouve écrits sur les cartes les noms de *Red river*, de *Vermillion river*, *Salt-Fork*, *rio Colorado*, etc., ces rivières coulent sur des dépôts triasiques, ou y prennent leur source.

Nous avons surtout rapporté ces premières impressions de voyage de M. Marcou parce qu'elles fixent bien la date de ses observations, parce qu'elles sont la base de tout ce qu'il a écrit depuis sur le même sujet, et parce qu'elles sont dégagées des considérations plus

---

(1) L'auteur a oublié d'indiquer ici la direction de ce nouveau système.

(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. XII, p. 308, 1855.

(3) *Exploration of the Red river of Louisiana in the year* 1852.

ou moins étrangères qu'il y a ajoutées plus tard ; aussi nous reste-t-il peu à dire de ses publications ultérieures, quoique beaucoup plus étendues, mais dans lesquelles les questions de classification générale ou théorique, les discussions de priorité, d'opinions diverses ou personnelles, etc., tiennent une grande place.

Dans son *Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises de l'Amérique du Nord, avec un profil allant de la vallée du Mississipi aux côtes du Pacifique* (1), M. Marcou a, comme on l'a déjà vu, divisé son *nouveau grès rouge américain* en *quatre étages*. Dans l'*inférieur*, il range un calcaire magnésien ou dolomitique avec des fossiles mal conservés, parmi lesquels il a pu reconnaître seulement un Nautile, un Ptérocère et une tige de crinoïde. Ce calcaire, représentant du *Magnesian limestone* d'Angleterre, occupe, sur les contre-forts de la Sierra-Blanca ou de Mogoyon, une largeur de 5 à 6 milles, et son épaisseur serait de 1000 pieds.

Le *second étage* comprend, vers le bas, des argiles bleues et rouges, cette dernière teinte dominant à mesure qu'on s'élève, puis des grès rouges tachés de vert, friables, à structure massive ou bien schisteuse, subordonnés aux argiles et finissant par les remplacer en devenant eux-mêmes argileux. Le grès est généralement à grain fin, quelquefois assez gros, et passe à un conglomérat. L'altération facile de la roche laisse souvent isolés, comme l'avait déjà remarqué M. R.-B. Marcy, des blocs de formes bizarres, des cônes, des colonnes ressemblant à d'anciennes constructions (environs de Rock-Mary, sur la rive droite de la rivière Canadienne). Cet étage, dont l'épaisseur est estimée de 2000 à 3000 pieds, occupe de vastes surfaces dans les prairies de l'ouest, sur les bords du grand bassin houiller du *Far-West*, par le 35$^e$ degré de latitude, tout le pays de Topofki-Creek à Rock-Mary, plusieurs points des Montagnes-Rocheuses, de la sierra Madre et des bords du rio Colorado-Chiquito.

Au *troisième étage*, appartiendraient surtout des argiles rouges, avec de grands amas de gypse blanc amorphe, sillonné de veines de la même substance cristallisée. Des bancs de calcaires magnésiens y sont subordonnés çà et là, ainsi que du sel gemme et des argiles

(1) *Bull.*, 2$^e$ sér., vol. XII, p. 813, mai 1855, pl. 21 et carte.— *Ann. des mines*, 5$^e$ sér., vol. VII, 1855, pl. 9.

salifères au-dessus du gypse. Son épaisseur totale serait de 1500 pieds. Quelques bois silicifiés voisins du *Pinites Fleuroti*, Moug., y ont été rencontrés par le 35° degré. L'auteur a observé ces dépôts de Rock-Mary à l'Arroyo-Bonito ou Shady-Creek, et dans cette étendue de 20 lieues, le gypse régnait presque exclusivement. M. G. Shumard, en étudiant les environs des sources de la rivière Rouge, a traversé ce même bassin gypseux sur une longueur de 40 lieues, et ce sont encore ces gypses qu'a reconnus M. Pope non loin des sources du rio Colorado du Texas et du rio Brazos. Il en existe également sur les rives de l'Arkansas, de sorte que cette division s'étend au moins, dans la région des prairies, du 38$^e$ au 32$^e$ degré de latitude nord, avec une largeur qui varie de 15 à 40 lieues. Elle se montre aussi, avec ses gypses et ses dolomies, dans les Montagnes-Rocheuses (San-Antonio, Pecos, les salines de Grand-Quavira, pueblo de Laguna), sur le Delaware-Creek, à peu de distance d'El Paso, dans les sierras de Jemez, de San-Juan et Madre. A l'ouest du pueblo de Zuni, elle est moins puissante, et le gypse est peu abondant. L'auteur, qui avait placé son second étage au niveau du grès bigarré de l'Europe, met naturellement celui-ci sur le parallèle du muschelkalk.

Quant à l'*étage supérieur*, dans lequel il voit un représentant des marnes irisées, il le divise en deux sous-étages : l'un en bas, composé de grès gris blanchâtre, souvent rose et rouge ; l'autre en haut, d'argiles calcaréo-sableuses, rayées de bandes violettes, rouges, jaunes et blanches ou irisées. Les grès, peu développés, ont une stratification peu distincte ; leur épaisseur serait de 1000 pieds, tandis que celle des marnes ou argiles ne dépasse pas 500, ce qui donne une puissance totale de 1500 pieds pour cette partie supérieure de la formation.

L'état meuble des marnes irisées a presque partout favorisé leur dénudation ; elles n'ont résisté que sur les points où elles étaient recouvertes par les roches jurassiques. Les grès plus solides occupent de grandes surfaces ; certaines p rties néanmoins, étant assez facilement désagrégées par les agents atmosphériques, ont aussi été entraînées, et les parties solides résistantes sont restées sous forme de grandes ruines ou de fortifications naturelles. Le *Chimney rock*, sur la route du fort la Ramie à Indépendance, en est formé. Par le 35° degré de latitude, ces grès couronnent toutes les hauteurs des plateaux ou *mesas*, à droite et à gauche de la rivière Canadienne, depuis Antilope Hills jusqu'au Llano-Estacado, dont ils constituent la base. Ils s'étendent au fond de la vallée de-

puis Rocky-Dalle-Creek et Plaza-Larga jusqu'à Antochico et le Cañon-Blanco (Nouveau-Mexique). La vallée du pueblo de Zuni est ouverte entièrement dans cet étage, qui forme en outre le sommet de l'immense Llano ou *mesa*, situé entre le rio Colorado-Chiquito et le rio San-Juan (Indiens Navajos et Moquis). Les bois et les arbres silicifiés y sont très fréquents, de grandes dimensions et coupés par tronçons. La silice a complétement remplacé le tissu ligneux de ces végétaux (versant occidental de la sierra Madre, entre Zuni et le rio Colorado-Chiquito). Les arbres, quelquefois verticaux, entourés par le grès, proviennent de conifères. On y trouve aussi quelques restes de fougères arborescentes et de *Calamodendron*.

M. Marcou, dans son ouvrage intitulé *Géologie de l'Amérique du Nord* (1), où se trouvent reproduits la plupart des faits déjà signalés, admet trois divisions dans le nouveau grès rouge, la plus inférieure des précédentes étant rangée dans le système permien, au moins d'après ce que nous supposons, car nous n'en trouvons point de mention explicite dans son texte. Le chapitre VI est une *Esquisse d'une classification géologique des montagnes d'une partie de l'Amérique du Nord*, travail aussi déjà publié (2), et sur lequel un rapport avait été fait à l'Académie des sciences par M. de Verneuil (3). Des 13 systèmes de dislocations énumérés par l'auteur, ce sont les systèmes 8 et 9, que nous avons vus désignés sous les noms de *Système de la pointe de Keweenaw et du cap Blomidon* et de *Système de la sierra de Mogoyon*, qui ont accidenté particulièrement le trias. Ce dernier paraît être de beaucoup le plus important.

La sierra de Mogoyon, ou sierra Blanca, est comprise, entre la sierra Madre, le rio Colorado-Chiquito, le Bill-Williams-Fork, le grand rio Colorado de Californie et le rio Gila, ou entre les 35$^e$ et 33$^e$ degrés de latitude, le 108$^e$ et le 114$^e$ de longitude, à l'ouest de Greenwich. Ce système est composé d'un grand nombre de chaînons ou de rides parallèles dirigées généralement N. 60° O. à S. 60° E. Les parties les plus élevées de ces montagnes sont dans le voisinage

(1) *Geology of North America with two reports*, etc., accompagnée de la carte géologique déjà indiquée, d'une carte partielle du Nouveau-Mexique et d'une réduction de la carte de W. Maclure, in-4°, Zurich, 1858.

(2) *Ann. des mines*, 5$^e$ sér., vol. VII, p. 329, 1855, pl. 9.

(3) *Comptes rendus*, vol. XL, 2 avril 1855.

des sources du rio Gila et du Prieto, à 9000 et 10 000 pieds au-dessus de la mer. Elles doivent leur origine à des dislocations qui se seraient produites après les dépôts supérieurs du trias, et auraient mis fin à cette période dans l'Amérique du Nord. Les couches jurassiques horizontales recouvrent en effet les strates légèrement redressés du trias au fort Défiance, à Chevelon-Fork du Colorado-Chiquito. C'est à cette même époque qu'auraient eu lieu les dislocations qui ont affecté les couches charbonneuses de la Virginie, rapportées par l'auteur à son étage triasique supérieur. Il en serait de même des chaînes de montagnes qui s'étendent entre le grand lac Salé et la rivière du Serpent ou Fork-Lewis de la Colombie. La chaîne de Chasty (Shasta ou Shaste), qui sépare la Californie de l'Orégon (*antè*, vol. III, p. 554) et occupe tout le pays situé entre le Sacramento et le Willammette, les caps Mendocino et Umpqua, montrent encore des directions semblables à celle du système de Mogoyon.

Nous avons déjà dit que les publications de M. Marcou avaient provoqué la critique de plusieurs géologues américains, et particulièrement de M. J.-D. Dana (1). M. Agassiz (2), zoologiste éminent, a pris la défense de M. Marcou, sur un terrain qui n'était pas absolument le sien; aussi M. Dana (3) a-t-il pu répondre avec quelque avantage. De son côté, l'auteur de la *Géologie de l'Amérique du Nord* n'a point laissé que de répliquer aux attaques dont il était l'objet; et dans cet ouvrage, aussi bien que dans une brochure particulière (4), il a eu soin d'insérer toutes les pièces relatives à ces discussions. Nous nous bornerons à y renvoyer le lecteur que cette polémique assez compliquée et souvent personnelle pourrait intéresser.

S'il ne nous est pas permis de prononcer sur l'âge des grès du lac Supérieur, l'un des principaux points en litige, nous ne pouvons nous empêcher de reconnaître que la question a été étudiée et traitée avec beaucoup de soin et de réserve par les partisans de leur grande ancienneté, et que l'ensemble de leurs raisonnements a pour lui le mérite, sinon d'une démonstration absolue à laquelle ils ne prétendent point eux-mêmes, du moins celle d'une grande proba-

---

(1) *Amer. Journ.*, 2ᵉ sér., vol. XXVI, n° 78, p. 323, 1858.
(2) *Ibid.*, vol. XXVII, n° 79, p. 134, janv. 1859.
(3) *Ibid.*, p. 137.
(4) *Reply to criticism of J.-D. Dana*, in-8°. Zurich, 1859.

bilité. Quant à la région occidentale ou des Montagnes-Rocheuses, il nous semble au contraire que l'opinion soutenue par M. Marcou a pour elle la généralité des faits.

Dans une dissertation dont nous avons déjà parlé (1), ce dernier géologue rappelle encore ce qu'il a publié à diverses reprises, et propose, dans un tableau que nous reproduirons en ce qu'il a d'essentiel, la classification des divers systèmes de couches qu'il rapporte au trias, dans la région occidentale de l'Amérique du Nord. D'après ce que l'on a vu, il n'est pas nécessaire d'ajouter que les trois divisions principales, désignées par les mots de *Keuper*, de *Muschelkalk* et de *Bunter Sandstein*, ne peuvent être sérieusement regardées comme représentant les trois groupes ainsi désignés dans l'Europe centrale ; aucune faune ni aucune flore distincte n'autorise ce parallélisme de détail.

Les découvertes si importantes de MM. Swallow, Hayden et G. Shumard au Nouveau-Mexique (2), de MM. Swallow et Hawn dans l'Arkensas (3), de M. Norwood dans l'Illinois (4), etc., justifient pleinement, au contraire, l'existence de la faune permienne, et par conséquent de cette formation dans cette partie du nouveau continent, sans cependant autoriser, quant à présent, une division en deux groupes qui correspondraient d'une manière absolue, l'un au *zechstein*, l'autre au *rothe todte Liegende*.

(P. 34.) Le trias de cette région est recouvert, à stratification concordante, par les couches jurassiques du mont de la Pyramide, de Tucumari et du Llano Estacado.

---

(1) *Dyas et trias* ou *le nouveau grès rouge en Europe, dans l'Amérique du Nord et dans l'Inde*, in-8°. Zurich, 1er févr. 1859.

(2) *Comptes rendus*, vol. XLVI, p. 897, 1858. — *Bull.*, 2e sér., vol. XV, p. 531, 1858. — Voy. aussi : Antisell, *Geol. report of a route near the thirty-second parallel between the rio Grande and Pimas villages* (*Pacific Railroad Explor.*, vol. VII, p. 181, 1857).

(3) *Transact. of the Acad. of sc. of Saint-Louis*, vol. I, p. 173, 1858.

(4) *Ibid.*, p. 115.

| Formation | Couches | Pieds (1). |
|---|---|---|
| Formation triasique. | *a*. Marnes panachées (base du mont de la Pyramide, et pied nord du Llano Estacado) . . . . . . . . . | 500 |
| | *b*. Grès gris blanchâtre, souvent rose et même rouge, à structure massive (Rocky-Dalle-Creek, Laguna Colorada, Dry-river, collines sableuses des bords de la Canadienne, de l'Arkansas, de la Platte, etc.) Ces deux assises représenteraient pour l'auteur le groupe de marnes irisées (*Keuper*) . . . . . | 1000 |
| | *c*. Gypse blanc avec des dolomies, des argiles rouges subordonnées et des argiles salifères vers le haut (San Antonio, Nouveau-Mexique, rio Puerco de l'Ouest, Lithodendron-Creek), bois fossiles siliceux très abondants (*Araucarites* et *Pinites*). Ce serait pour M. Marcou l'équivalent du muschelkalk. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1500 |
| | *d*. Argile rouge vermillon, alternant avec des grès marneux rouges, tachés de vert (bords de Valnut-Creek, rive droite du rio Colorado-Chiquito). Cette division, comparée au grès bigarré de l'Europe (*bunter Sandstein*), repose d'une manière concordante sur les couches permiennes des rives de la Canadienne et du rio Calorado-Chiquito, et est discordante dans le Kansas. . . . . . . . . | 2000 |
| Formation permienne. | *e*. Calcaire celluleux, dolomitique, alternant avec des marnes rouges, bleues et blanches, et avec des conglomérats (*Monotis radialis*, *M. variabilis*, *Mytilus permianus*, *Backewellia antiqua*, *Schizodus rossicus*, *Nautilus permianus*, *Productus Leplayi*, *P. Cancrini*, *Terebratula elongata*, etc.). Smoky-hill-Fork, dans le Kansas, la sierra de Guadalupe et Cañon Diablo (Nouveau-Mexique). . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 300 |
| | *f*. Calcaire blanchâtre, dolomitique avec grès, argile, schiste, conglomérat et charbon subordonnés (*Archæocidaris Verneuiliana*, *Productus semireticulatus*, *P. Calhounianus*, *P. Norwoodii*, *Monotis speluncaria*, *Pecten Clevlandicus*, *Leda Kazanensis*, *Loxonema fasciata*, *Macrocheilus spiratus*, etc.). Council-Grove, vallée du Kansas, près du fort Riley, comté de Lasalle, Illinois, etc. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 700 |
| | Ce système paraît être tantôt concordant, tantôt discordant par rapport au système carbonifère sous-jacent. | |

(1) Ne sachant pas de quel *pied* se sert M. Marcou, nous n'avons pu réduire ses nombres en mètres, ici non plus que dans tout ce qui précède.

L'auteur fait remarquer (p. 35) que M. Edwin James (1) est le premier observateur qui ait reconnu et mentionné le nouveau grès rouge dans l'Ouest; seulement, comme quelques autres géologues, il le plaçait alors au-dessous des dépôts houillers.

Enfin, M. Marcou a donné une liste bibliographique des diverses publications relatives à la région dont nous venons de nous occuper, ainsi qu'à la Californie, à l'Orégon et au territoire de Washington; nous nous bornerons à y renvoyer le lecteur qui pourra la consulter utilement (2).

### § 3. — Amérique centrale et méridionale.

Si nous continuons vers le sud à rechercher les traces du trias qui ont pu être signalées par les voyageurs, nous les trouverons encore plus incertaines que les dépôts précédents par le manque de rapports stratigraphiques clairement accusés et par une absence plus complète de restes organiques. Isthme de Panama.

Entre la Playa-Prieta, à l'est de Panama et l'embouchure du rio Grande à l'ouest, il y a, dit M. Garella (3), des grès parfaitement stratifiés, en bancs presque horizontaux, qui semblent appartenir au terrain de transition. Au-dessus de Vamos-Vamos, sur la rive droite du rio Chagres, sont des grès blancs calcarifères et des calcaires grenus traversés par des veines de calcaire spathique, en bancs de plus de 1 mètre d'épaisseur, dirigés S.-E., N.-O., et plongeant de 20° au S.-O. Des grès gris à grains fins qui y sont associés seraient, suivant l'expression de l'auteur, de la période *secondaire moyenne*. A Barbacoa, sur la rive droite du même cours d'eau, on remarque un escarpement de grès vert, grisâtre, compacte, fendillé et de grès quartzeux à gros grains, ayant l'apparence d'une grauwacke, et qui appartiendrait à une série secondaire plus ancienne. Sur le versant nord du Cerro-Grande sont des grès blanchâtres à grains de quartz, en bancs minces, inclinés comme la pente de la montagne et ressemblant aussi à certaines grauwackes. D'autres variétés

---

(1) *Account of an Expedition to the Rocky-Mountains in the years* 1819-1820, vol. II, p. 399. Philadelphie, 1823.

(2) *Geology of North America*, in-4°, p. 140-143. Zurich, 1858.

(3) *Projet d'un canal de jonction de l'océan Pacifique et de l'océan Atlantique à travers l'isthme de Panama*, p. 37, in-8°. Paris, 1845.

de grès, sans doute du même âge, occupent le centre du massif de montagnes qui accompagne le Cerro-Grande sur la ligne que l'on suit pour aller des sources du rio Paja à la Gorgone.

De Boucheporn, dans des notes sur l'isthme de Panama, qui ont été coordonnées par M. V. Raulin (1), mentionne, comme pouvant être rapportés au grès bigarré, des grès blanc-jaunâtre ou gris-jaunâtre, violets à l'intérieur, qui supportent au niveau de la mer les remparts de la ville de Panama. Ces grès renferment des empreintes ferrugineuses attribuées à des Fucoïdes. Le Cerro-Lancon, à l'ouest de Panama, a sa base formée par cette roche blanchâtre ou rougeâtre. A l'ouest de la ville, lorsqu'on se dirige vers le rio Grande, un grès de teintes variées, courant d'abord N. 20°, E. et incliné de 12° à 15°, prend ensuite une direction N., S. Il est tendre, et des bancs très solides y sont subordonnés. Les assises, quelquefois fendillées et divisées en parallélipipèdes, comme certaines roches ignées, renferment des cristaux de feldspath adulaire.

La vallée du rio Grande est occupée par ces roches plus ou moins bien stratifiées. Au nord-est de Panama, les grès rouges sont sillonnés de nombreux ravins. Toute la pointe qui limite à l'est le cours du rio Grande offre aussi des argilophyres, des grès rouges, gris ou blanchâtres, presque horizontaux. On y observe des blocs arrondis dont la couche ou enveloppe extérieure fibreuse paraît être formée d'oxyde de fer. Les pentes de la vallée du rio Chagres sont également composées de couches inclinées dirigées au N.-O. Ce sont ces grès de Panama que M. Garella avait placés dans le terrain de transition (2).

Guyane. Peut-être faut-il rapporter encore à cette période certains grès mentionnés par M. R. Schomburgk sur divers points de la Guyane anglaise (3).

Brésil. Le système des grès rouges, si développés dans toute la province de Matto-Grosso, dans le Brésil central, dans ces immenses surfaces qu'arrosent les eaux du Topajoz, du Xingu et de leurs nombreux affluents, comme dans celles de Maranhao et de Piauhy

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. XV, p. 642, 1858.

(2) Voy. aussi : Evan Hopkins, *Geology and topography of the isthm of Panama* (*Mining Journal*, 8 avril 1848. — *Bogota Gazette*, 9 sept. 1847. — *Amer. Journ.*, 2ᵉ sér., vol. VI, p. 123, 1848. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 48, 1847).

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 298, 1845.

au nord-est, a été rapporté, mais sans motifs bien plausibles, à la formation crétacée (1).

Dans la Bolivie, Alcide d'Orbigny (2), se rendant d'Oruro à la Cordillère orientale, a rencontré des poudingues, des sables et des grès de l'époque carbonifère constituant la chaîne de Gualla-marca, dirigée O. 35° N., sur une étendue de 25 à 30 lieues, et que recouvrent du côté de l'est des argiles bigarrées rapportées au trias. Ces couches semblent avoir été ployées suivant l'axe de la chaîne, à l'ouest de laquelle on retrouve une grande bande de conglomérat trachytique ou ponceux. La colline de Pucara est composée de grès carbonifère, et, sur son versant occidental, la vallée est occupée par des argiles rouges panachées avec gypse en rognons ou en couches subordonnées. Ces argiles sont ici disposées en fond de bateau et limitées à l'ouest par des trachytes. Elles existent sur beaucoup d'autres points avec les mêmes caractères, et se distinguent toujours nettement des dépôts tertiaires des Pampas. Bolivie.

Le chemin du rio Pilcomayo à la vallée de Miraflor, dit plus loin le même observateur, montre, sur une étendue de 2 lieues seulement, la superposition des quatre grands systèmes géologiques de la Bolivie : les phyllades siluriens, les grès gris compactes dévoniens, les grès rouges friables carbonifères, peu développés, et le trias avec ses argiles bigarrées et ses calcaires compactes. Ce dernier système entoure un îlot granitique près de Taropaya. A Miraflor, où les sources thermales, d'une température fort élevée, laissent déposer de nombreuses incrustations calcaires, les systèmes précédents se montrent avec leurs caractères habituels. Au nord de Santa-Lucia, les calcaires qui recouvrent les marnes bigarrées sont remplies de fossiles, mais dont on n'a pu rapporter qu'une grande *Chemnitzia*. Les roches triasiques sont ici adossées à une pegmatite

(1) Les recherches de MM. Eschwege, Helmreichen, de Castelnau, de Spix et de Martius à ce sujet ont été résumées sur la *Golpe de vista do Brazil e de algunas outras partes centrales da America do Sud*, publiée à Vienne par M. Fœtterle, 1854.— On doit regretter que ce travail, dont sans doute le manuscrit avait été fait avec soin et qui pouvait être fort utile, ait été si mal exécuté par le graveur et lors du tirage, qu'il est devenu indéchiffrable dans presque toutes ses parties.— Voy. aussi ce que nous avons dit : *antè*, vol. V, p. 549 et suivantes.

(2) *Voyage dans l'Amérique méridionale*, vol. III. Géologie, avec carte et coupes, p. 126 et suivantes, 1842.

avec tourmalines, qui aurait surgi comme le massif de l'Illimani, entre la période des grès dévoniens et celle des argiles.

En résumé, dit M. Élie de Beaumont (1) dans son rapport sur ce travail, ces roches, qui sont des alternances de calcaires magnésiens, d'argiles feuilletées rouges et bigarrées, de grès argileux friables avec gypse, peuvent, par l'analogie de leur position, être assimilées au trias d'Europe. Elles sont réduites à quelques lambeaux assez étendus sur les deux versants de la Cordillère orientale; elles atteignent jusqu'à 4000 mètres d'altitude, et peuvent être les restes d'un grand tout qui couvrait le pays avant la révolution géologique qui a imprimé à son relief ses formes actuelles.

Chili. Est-ce encore à cette période qu'appartiennent les grès rouges que signale M. Ch. Darwin (2), dans une coupe faite à travers les andes de Valparaiso à Mendoza? Cela est douteux. La Cordillère est composée de deux chaînes parallèles, la chaîne occidentale, comprenant des roches sédimentaires qui reposent sur le granite. Ce sont des grès rouges, des conglomérats, des gypses, etc., en couches très tourmentées, suivant des lignes parallèles dirigées N.-S., et devenues tellement cristallines dans le voisinage du granite, qu'elles se confondent avec les dykes porphyriques qui les traversent. A la Pass de Pequenas, élevée de 4000 mètres, le grès rouge est remplacé par une roche noire semblable à un schiste argileux, et par un calcaire contenant de nombreux fossiles (Ostracées, Turritelles, Ammonites, Térébratules), sans doute crétacés ou jurassiques. Au passage de Portillo, un conglomérat qui repose sur un grès micacé a été traversé par des veines de granite; mais ces dernières roches paraissent être assez récentes.

Nous renverrons le lecteur à ce que nous avons dit des couches secondaires du Chili, d'après les recherches de MM. Ch. Darwin et Domeyko (*antè*, vol. V, p. 552-587, et VII, p, 681), et parmi lesquelles certaines assises de grès pourraient être plus anciennes que les formations où elles ont été provisoirement placées.

---

(1) *Comptes rendus*, 28 août 1843, p. 50 du rapport.
(2) *Geol. notes made during a Survey*, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 210, nov. 1835).

## § 4. — Océanie.

Pour ne rien omettre, même des indications les plus vagues qui se rapportent au sujet traité dans ce volume, nous dirons encore, d'après une relation des recherches faites par M. Hochstetter, et transmise récemment par M. A. Boué (1), que le savant voyageur autrichien a rencontré à Tapaipoumamoa, dans l'île moyenne de la Nouvelle-Zélande, des grès qui, à Richmond, bordent la chaîne des *Western-Ranges*, et qui renferment plusieurs fossiles, tels que des *Mytilus*, des *Monotis*, des Avicules, des Spirifères, des Térébratules, qui seraient peut-être un équivalent du muschelkalk de l'Europe (?). Mais ce qui est plus positif et par conséquent plus intéressant, c'est l'existence, dans la province d'Auckland, de grès micacés très inclinés alternant régulièrement avec des marnes, que M. Hochstetter (2) a observés sur une épaisseur de plus de 300 mètres. A la source méridionale de la Waikato et sur la côte occidentale de la baie de Kwhia, les grès renferment des Ammonites, des Bélemnites de plusieurs espèces, toutes de la section des canaliculées. Ces genres de fossiles, signalés pour la première fois dans cette partie du globe, y indiqueraient peut-être la présence de l'Oxford-clay, cet horizon si étendu de la formation jurassique. Nouvelle-Zélande.

Nous avons appelé l'attention (*antè*, vol. VII, p. 689) sur la divergence des opinions relatives à certaines flores fossiles de l'Australie que MM. Morris et Fred. M'Coy regardaient comme jurassique, tandis que M. Clarke rapportait ces restes de végétaux à la formation carbonifère. Ce dernier savant nous a adressé, au mois de novembre 1859, un mémoire fort intéressant qui trouvera sa place ailleurs, et dans lequel il expose les motifs qui le font persister dans sa manière de voir. Australie.

M. Clarke a pu étudier la série complète des couches qui renferment ces plantes et constater leur position relativement aux dépôts supposés dévoniens au-dessous et à d'autres qu'il présume être permiens au-dessus; de sorte que l'existence de végétaux du

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XVII, p. 174, 1859.

(2) *Extract from the New-Zealand government Gazette*, n° 23, 14 juillet 1859, *published by W.-C. Wilson for the New-Zealand government*. Auckland.

genre *Glossopteris* dans les vrais dépôts houillers, associés avec des calcaires remplis de fossiles marins de la période carbonifère ne lui laisse aucune incertitude. Ce savant nous confirme aussi les découvertes de M. Hochstetter, dont nous venons de parler, et ajoute que les Bélemnites et les Ammonites d'Auckland n'ont pas encore été rencontrées dans la Nouvelle-Galles du sud.

## RÉSUMÉ GÉNÉRAL DE LA FORMATION TRIASIQUE.

Si, après avoir exposé géographiquement et en détail la composition et les caractères particuliers du trias sur les divers points du globe où il a été signalé jusqu'à présent, nous cherchons à résumer par quelques vues d'ensemble ces mêmes caractères en les présentant d'une manière générale et sous une autre forme, nous mettrons en évidence des contrastes et des particularités très remarquables qui ne semblent pas avoir jusqu'ici frappé les observateurs, et que l'on ne rencontre aussi prononcés dans aucun autre terme de la série géologique. Ces oppositions ou ces différences font en quelque sorte de ses dépôts une formation à part, tout à fait originale, et, par cette raison, digne d'une attention particulière. Ces traits qui lui sont propres ne pouvaient d'ailleurs être bien saisis que dans une synthèse précédée d'une étude minutieuse et comparée de tous les faits acquis à la science, et ce qui suit en est en quelque sorte l'expression philosophique la plus concise.

Composition, étendue, puissance.

En joignant par la pensée la ville de Sandomir, à l'est, sur la rive gauche de la Vistule, l'île d'Helgoland au nord, à l'embouchure du Weser, et Toulon au sud sur la côte de la Méditerranée, ou mieux la petite localité de Neffiez, au sud-ouest de Montpellier, on a un triangle rectangle, dont on peut supposer l'hypoténuse un peu courbée au sud-est, et dans lequel se trouve compris tout le *trias normal*.

Celui-ci est composé de trois termes ou groupes : un groupe calcaire caractérisé par une faune essentiellement marine, placé entre un groupe arénacé au-dessous et un groupe argilo-marneux au-dessus, caractérisés principalement l'un et l'autre par des végétaux terrestres. Si maintenant, dans l'intérieur de ce triangle, on fait abstraction des portions de pays que ces dépôts n'ont jamais recouvertes et de la région des Alpes où ces divisions affectent des caractères tout particuliers, on verra que la surface totale occupée dans l'origine par le trias normal n'atteignait pas une étendue égale à celle de la France actuelle.

Au sud-ouest de cette même surface, on peut considérer que les dépôts rapportés au trias dans la péninsule Ibérique sont aussi répartis dans un espace triangulaire dont la base serait marquée par les Pyrénées et la chaîne Cantabrique, et le sommet placé au sud de la péninsule. Dans les diverses bandes ou zones qu'y forment ces dépôts, on peut encore distinguer çà et là trois horizons correspondant aux trois groupes normaux, mais ils n'ont plus cette netteté, cette précision constante qui les font si facilement reconnaître en Allemagne ; leurs caractères tendent à s'effacer, à se confondre, et ce n'est plus dans le sens vertical seul que les roches diffèrent, mais dans le sens horizontal. Ainsi, les grès dominent vers le nord du triangle, les calcaires au centre, et les argiles au sud.

Maintenant, en dehors de ces deux espaces triangulaires du centre et du sud-ouest de l'Europe, dans les îles Britanniques comme dans les plaines de la Russie, dans l'Inde et le sud de l'Afrique comme dans les deux Amériques, nulle part les trois termes de la formation n'ont de représentants comparables certains. Un seul caractère persiste alors, à l'est comme à l'ouest, au nord comme au sud : c'est la teinte rouge des roches arénacées, argileuses et marneuses, quelquefois variée de jaune, de vert et de blanc, ce qui n'a encore été reconnu dans aucune autre série, ni au-dessus ni au-dessous, avec une pareille constance.

La puissance totale du trias est indépendante de son développement normal. Ainsi elle atteint jusqu'à 1752 mètres dans les îles Britanniques où deux groupes seulement sont représentés, tandis que dans le triangle allemand celle des trois groupes réunis ne s'élève pas à la moitié de ce chiffre.

Roches subordonnées. Dolomies.

Outre les grès et les poudingues rouges du groupe inférieur, les calcaires compactes gris du moyen et les marnes argileuses versicolores du supérieur, des calcaires magnésiens et de véritables dolomies régulièrement stratifiées constituent encore un élément essentiel, aussi bien dans les divers groupes de la région type, dans l'est et le centre de la France, en Espagne, sur le versant nord des Alpes, dans la Souabe, la Franconie, la Thuringe, le Brunswick, la haute Silésie et la Pologne, que dans les pays où, comme dans l'Amérique du Nord, ces divisions ne sont plus réellement distinctes.

Gypse.

Parmi les substances minérales subordonnées, en couches ou en amas, le gypse et le sel gemme, associés l'un à l'autre ou bien isolés, jouent encore un rôle important. La chaux sulfatée hydratée existe en masses puissantes au-dessus du sel dans le premier groupe des

îles Britanniques, comme dans l'est de la France, sur le pourtour du plateau central et en Espagne. Dans les Alpes de l'Autriche, du Salzbourg, du Tyrol et du Voralberg, c'est au contraire dans le groupe inférieur qu'il abonde (schistes de Werfen). Dans le nord de la Suisse et le Wurtemberg, c'est dans le premier et le second groupe ; dans le duché de Cobourg, c'est dans le premier et vers la jonction du second et du troisième. Dans la Thuringe, la Saxe et le duché de Brunswick, c'est dans tous les trois qu'on l'observe. Peu répandu dans les couches douteuses de la Russie d'Europe, il se montre avec un développement remarquable dans les deux zones de l'Amérique du Nord, et surtout dans la région occidentale ou des Montagnes-Rocheuses.

On a longtemps regardé la présence du sel marin comme presque exclusive au trias, et en particulier aux marnes irisées; mais si cette substance a été reconnue depuis dans des terrains plus anciens et plus récents, la formation triasique est encore celle où, toutes choses égales d'ailleurs, elle se présente le plus constamment. Elle n'y occupe cependant pas un niveau absolu déterminé, et sa distribution géographique est telle qu'à une seule exception près (Salzbronn), elle n'a pas été observée sur un même point dans deux groupes immédiatement superposés. Sel gemme.

Dans l'ouest de l'Angleterre, les masses de sel exploitées sont vers la base du premier groupe et au-dessus des *waterstones*, dans l'est de la France, vers sa partie médio-inférieure, et il en est à peu près de même dans la partie orientale de l'Espagne. Le sel manque, comme le gypse, dans les grès rouges des Pyrénées et sur tout le versant méridional et oriental des Alpes. Sur le versant nord de cette dernière chaîne, dans l'Autriche et le Salzbourg, le sel avec anhydrite et gypse caractérise le groupe inférieur (couches de Werfen). Dans le nord de la Suisse, comme dans la Souabe, c'est au contraire vers la base du second ou du muschelkalk que se présente le sel gemme, où, avec le sulfate de chaux anhydre, il constitue l'étage particulier de l'anhydrite. Nous retrouvons cette dernière subdivision dans la Thuringe avec ses caractères propres, tandis que dans le Hanovre et au delà du Harz, dans le Brunswick, les environs de Magdebourg et de Lunebourg, le sel est particulièrement dans le grès bigarré, comme sur le versant nord des Alpes. Au delà, cette substance paraît être peu répandue, les gisements signalés en Russie ayant été rapportés au système permien.

L'existence du sel gemme, comme celle de la chaux sulfatée,

hydratée ou non, est indépendante de la présence ou de l'absence de dépôts essentiellement marins, ou caractérisés par des restes d'animaux qui auraient vécu dans la mer. Dans la plupart des cas, les marnes, les argiles, le gypse, l'anhydrite, le grès et les dolomies, placés au-dessus et au-dessous du sel, sont, sur une grande épaisseur, dépourvus de traces d'êtres organisés marins.

Minerais divers.

Sur le pourtour du massif central de la France, des minerais riches de fer hydraté, de fer oxydé rouge, de cuivre et de manganèse, sont ou ont été exploités dans le trias, particulièrement vers sa base, ou bien se trouvent disséminés çà et là à divers niveaux. Le fer carbonaté et le cuivre ont été exploités dans le grès rouge des Pyrénées; le cuivre l'est également dans les marnes irisées des Asturies et de l'est de l'Espagne. Le second et le troisième groupe de ce dernier pays renferment des minerais de cobalt, de mercure, de fer, de plomb et de zinc dont plusieurs alimentent des usines importantes.

Sur le versant sud des Alpes, dans le Milanais et les provinces vénitiennes, sont des gisements de fer carbonaté et de manganèse appartenant au groupe inférieur, puis d'autres de blende, de calamine et de galène. Dans les provinces illyriennes, les trois groupes, pris dans des localités différentes, renferment de riches gisements de blende, de calamine et de galène; quant au mercure du même pays, il appartient au système carbonifère. Dans les Alpes de l'Autriche, des minerais de fer hydraté s'observent dans le groupe supérieur, et des gîtes particuliers de fer spathique à la jonction du second et du troisième. Dans le Tyrol septentrional et le Vorarlberg, des minerais de cuivre argentifère, de plomb et de zinc sont connus dans les deux étages supérieurs.

Le grès bigarré du Wurtemberg renferme des filons de quartz et de feldspath, avec des carbonates et des sulfures de cuivre; celui du duché de Bade, des minerais de fer et de plomb, comme le muschelkalk, des minerais de zinc, de cuivre, du réalgar et de l'orpiment. Dans le reste de l'Allemagne, le trias semble être peu riche en minerais productifs; mais à l'extrémité orientale de la région, dans la haute Silésie et sur les confins de la Pologne, la calamine, la galène, le fer oxydé brun, associés au muschelkalk, alimentent des établissements métallurgiques très considérables.

Des minerais de cuivre, de zinc, de plomb et de fer s'observent également dans la zone orientale du trias des États-Unis.

Roches ignées.

Les roches pyrogènes ou d'origine ignée n'ont joué en Europe

qu'un rôle assez insignifiant pendant l'ère triasique. Dans le sud de la France, dans la partie orientale de l'Espagne, sur quelques points du versant sud des Alpes, on trouve çà et là quelques apparitions sporadiques de produits serpentineux, dioritiques ou porphyriques intercalés, ou plus souvent postérieurs, et ayant dérangé les dépôts de cet âge; mais on ne voit aucun grand système d'épanchements contemporains, ou qui, les ayant suivis immédiatement, leur ait imprimé ces caractères si remarquables et si particuliers, signalés dans le sud de l'Afrique et le nord de l'Amérique.

Dans la première de ces régions, c'est une étendue, plus grande que la France, occupée par de vastes plateaux, ou des montagnes de grès horizontaux, traversés par d'innombrables dykes de trapp qui se sont ensuite épanchés par-dessus, sans paraître y avoir occasionné la moindre faille, la moindre dislocation; dans la seconde, et particulièrement dans la vallée du Connecticut et dans le New-Jersey, ce sont des éruptions trappéennes dont les affleurements tracent à la surface du pays des courbes disposées en chapelets, symétriquement orientées, ou bien concentriques. Plus au nord, les phénomènes ignés ne sont pas moins complexes et variés, et, dans la partie occidentale ou des Montagnes-Rocheuses, les relations des produits ignés et des grès rouges de cette période ont frappé tous les voyageurs qui ont parcouru le pays.

Rien ne prouve d'ailleurs que ces phénomènes aient eu lieu sous les eaux de la mer, car dans le sud de l'Afrique, pas plus que dans l'Amérique du Nord et dans l'Inde, les dépôts sédimentaires traversés ou surmontés par les roches ignées n'ont offert de traces d'une faune essentiellement marine.

Par les caractères seuls de la plupart des couches de cette période, on pouvait présumer qu'elles renfermeraient des dépôts de combustible plus ou moins considérables et plus ou moins fréquents. Quoique au point de vue économique ils n'aient pas, en général, une très grande importance, par les indications qu'ils peuvent donner sur l'état des terres émergées, sur la répartition et la nature des eaux dans lesquelles ils se sont formés, ils ont au contraire un véritable intérêt. Charbon.

Dans plusieurs départements de l'est de la France, ces combustibles sont exploités vers le milieu des marnes irisées; il en existe en Espagne, dans le royaume de Valence et en Andalousie; dans les Alpes vénitiennes, le troisième groupe renferme un dépôt considérable de charbon qui a toutes les propriétés de la houille. On en

rencontre dans le premier groupe, sur le versant nord des Alpes de l'Autriche. Dans le nord de la Suisse, le Wurtemberg, le duché de Cobourg, la Thuringe et le Brunswick, les argiles charbonneuses constituent un horizon constant à la base des marnes irisées. Les recherches ultérieures décideront sans doute si c'est au trias ou à la formation jurassique, comme nous l'avons admis, que doivent appartenir tous les dépôts charbonneux de l'Inde, si nombreux, si étendus, et dont plusieurs semblent avoir un grand avenir pour l'industrie. Nous en avons mentionné aussi dans les grès du sud de l'Afrique, et, dans l'Amérique du Nord, les grès rouges de la vallée du Connecticut en renferment également. On a vu que, suivant l'opinion de quelques géologues, le charbon des environs de Richmond, dans la Virginie, appartiendrait à l'horizon des marnes irisées, et non à la formation jurassique.

Flore. Les végétaux fossiles du trias ont été rencontrés particulièrement dans le grès bigarré et les marnes irisées que sépare le musckelkalk. Quelques paléophytologistes les regardent comme formant deux flores liées intimement entre elles, et dont la plus ancienne indiquerait le passage de la flore paléozoïque à la flore secondaire, tandis que, suivant d'autres, ce sont deux flores distinctes, celle des marnes irisées se rattachant à la flore du lias et des dépôts oolithiques.

Ce n'est d'ailleurs que dans le grès bigarré des Vosges (p. 144) et dans les marnes irisées de la Franconie (p. 481) que l'on a pu obtenir jusqu'à présent des genres et des espèces en assez grand nombre pour donner une idée de la végétation de ces deux périodes. Les restes de végétaux, quoique fréquents dans les autres pays, y sont peu variés. Malgré leur mauvais état de conservation, ils sont souvent la seule ressource que présente le règne organique pour aider à la détermination des couches. Les *Equisetites* et les *Calamites* sont signalées presque partout. Les grès de la Vénétie ont offert un certain nombre d'espèces intéressantes (p. 337). Sur le versant nord des Alpes de l'Autriche, dans le Vorarlberg et le nord de la Suisse, le premier et le troisième groupe en renferment çà et là. Les dépôts arénacés et charbonneux de l'Inde sont caractérisés par une flore assez particulière qui a contribué à les faire classer dans la période jurassique, et la région triasique orientale de l'Amérique du Nord a présenté, dans le Massachusetts, le Connecticut, le New-Jersey, la Virginie, etc., quelques plantes qui confirment son parallélisme avec le trias de l'Europe.

Faune.

Si l'on a pu diviser en deux la flore du trias et regarder celle des marnes irisées comme se rattachant aux dépôts plus récents, et celle du grès bigarré comme une dernière expression de la flore paléozoïque, il n'en est pas de même de la faune marine, particulièrement développée dans le groupe intermédiaire ou muschelkalk, et dont les derniers dépôts du grès bigarré nous présentent l'aurore et les marnes irisées le déclin.

C'est, dans la région du trias normal, un tout parfaitement lié, offrant des caractères particuliers, et, dans l'ensemble de la série géologique, un trait d'union entre les faunes permienne et jurassique. Les reptiles, les poissons, les mollusques y sont très répandus et très remarquables, quoique le nombre des espèces ne soit pas très considérable, ni les formes très variées. Les crinoïdes, les échinides et les Serpules le sont encore moins, mais les individus des premiers s'y trouvent à profusion. Quant aux polypiers, ils sont partout extrêmement rares. L'atténuation de cette faune, que l'on pourrait appeler centrale à double titre, devient très sensible dans la région ibérique, relativement au nombre des espèces, des genres, des familles et des classes, à la fréquence et au nombre des individus, comme à leur répartition dans la hauteur de la série.

Dans la région normale, la base de la formation ou du grès bigarré, de même que sa partie supérieure ou les marnes irisées, est, dans la plupart des cas, dépourvue de fossiles marins, et la ressemblance que les trois groupes conservent dans toute l'Allemagne et l'est de la France, ou de la vallée du Danube à la mer du Nord et des bords de la Vistule aux plaines de la Lorraine, donne à l'ensemble de ces dépôts un caractère frappant d'unité; aussi a-t-on hésité longtemps à croire que plus au sud, dans les Alpes, des dépôts d'aspect très différent, et dans les plus récents desquels une faune marine particulière correspondrait alors à ces marnes irisées, partout ailleurs si pauvres en débris d'animaux, pouvaient être les représentants de ces mêmes sédiments du Nord. C'est ce qui nous a fait apporter tous nos soins à la démonstration du parallélisme de ce trias alpin avec celui du centre de l'Allemagne.

Quant à la faune qui marque le terme de la période, et qu'on rencontre aujourd'hui par lambeaux disséminés çà et là au milieu des parties les plus accidentées des Alpes du Nord, de l'Est et du Sud, elle nous a offert des anomalies telles, par rapport au premier groupe des autres pays, et surtout relativement aux modifications habituelles aux faunes des divers âges, qu'on ne pourrait pas en

citer un second exemple dans toute la série des terrains. Aussi croyons-nous devoir reproduire ici les paragraphes suivants, par lesquels nous terminions l'examen de ce sujet (*antè*, p. 412) :

« Comment les faunes plus ou moins locales d'Ésino, de Saint-» Cassian, de Raibl, de Bleiberg, d'Hallstadt et d'Aussee, des cou-» ches à Cardites, des couches de Wengen ou à Halobies, des » couches à Bactryllies, des schistes à poissons, etc., si différentes » entre elles, où quelques formes propres aux âges paléozoïques » sont associées à des types particuliers au trias, ou bien au pays, » puis à d'autres qui semblaient être exclusifs à l'ère jurassique » (*antè*, p. 313, 325, 384 et 385), comment ces faunes, disons-» nous, se trouvent-elles pour ainsi dire reléguées dans cette » seule région des Alpes, et n'ont-elles encore aucun équivalent » zoologique dans les autres parties de l'Europe où tous les termes » du trias sont le mieux développés?

» Pourquoi est-ce précisément ici, et vers la fin de la période, » qu'apparaissent encore quelques types organiques depuis long-» temps éteints, qui partout ailleurs ne s'élèvent pas au-dessus des » roches carbonifères ou permiennes, et qui n'ont laissé aucune » trace de leur existence ni dans le grès bigarré ni dans le mus-» chelkalk déposés immédiatement sur ces dernières, non-seule-» ment dans des pays éloignés, mais même dans celui-ci? Partout, » en effet, la faune triasique inférieure ou du grès bigarré et du » muschelkalk a ses caractères propres et indépendants de celles » qui l'ont précédée et de celles qui l'ont suivie, tandis que la faune » triasique supérieure ou des marnes irisées, ordinairement si in-» signifiante et si pauvre, vient se révéler sur ces pentes des Alpes » par une richesse de formes et une exubérance de vie qui n'ont été » surpassées dans aucune autre période d'une égale durée.

» Si l'on se rappelle maintenant ce que nous avons dit de la for-» mation jurassique de cette partie des Alpes (*antè*, vol. VII, p. 404), » on verra sans doute, dans les caractères si particuliers qu'y pré-» sente aussi le trias, une nouvelle preuve des causes auxquelles » nous avons attribué les variations qu'affectent généralement les » roches sédimentaires considérées dans l'espace qu'occupent au-» jourd'hui les chaînes de montagnes complexes, dans ces régions » privilégiées, en quelque sorte, pour être le siége de perturba-» tions incessantes. Ces causes ont produit cette variété de dépôts » et de faunes qui nous étonne, ces anomalies apparentes dans » l'ordre de la nature, tandis qu'à peu de distance, en dehors de

» leur sphère d'activité, la succession et les modifications des uns » et des autres avaient lieu suivant de véritables lois faciles à con- » stater. »

Si maintenant nous portons nos regards au delà de ces deux surfaces triangulaires, bien restreintes sans doute relativement à celles qu'occupe encore le trias sur le reste du globe, n'y trouverons-nous pas, comme pour les faunes tertiaire, crétacée, jurassique et paléozoïque, des représentants de son organisme propre sur une multitude de points des continents et des îles, des témoins incontestables des eaux de l'Océan et de l'universalité de la répartition de la vie marine? Non! à l'ouest, sur quelques points de la France, dans les îles Britanniques et le Portugal, à l'est dans la Russie, dans l'Inde centrale, si toutefois ses dépôts sont de cette période (1), puis dans l'Afrique méridionale, comme dans tout le continent américain, principalement dans les zones orientale et occidentale de l'Amérique du Nord, nous ne rencontrons plus que des reptiles amphibies qui ont pu vivre sur le bord des lacs ou des grands cours d'eau, des poissons dont rien ne prouve qu'ils soient plutôt marins que fluviatiles ou lacustres, des empreintes d'oiseaux, quelques entomostracés et crustacés d'une origine aussi incertaine, quant au milieu où ils ont vécu, enfin partout des plantes terrestres annonçant le voisinage d'un sol émergé. Mais nulle part les géologues ne nous ont encore signalé ces nombreuses tribus de mollusques variés, d'annélides, d'échinides, de crinoïdes et de zoophytes pierreux dont la présence annonce les conditions de la vie marine.

En considérant cet étrange contraste du trias de la plus grande partie de la terre, comparé à ces espaces si bornés qu'occupe sa faune marine en Europe, ne serait-on pas tenté de se demander : Où donc était alors l'Océan? Si tous ces immenses dépôts se sont formés sous ses eaux, d'où vient que, par une exception qui ne se reproduit nulle part sur une pareille échelle, aucun d'eux ne nous a transmis les restes d'une faune marine, tandis que tous nous ont conservé les débris d'animaux qui ont pu vivre dans les eaux douces, ou sur un sol émergé comme les plantes terrestres?

(1) Les indications que nous avons rappelées du Mont-Bogdo dans le sud de la Russie, des rives de l'Oleneck sur les côtes de la mer Glaciale et des hautes vallées de l'Himalaya, sont encore trop vagues et trop incomplètes pour qu'on puisse les prendre ici en sérieuse considération.

Ce qui caractérise donc d'une manière en quelque sorte exceptionnelle cette formation dans le centre de l'Europe, ce n'est pas sa division, d'ailleurs fort naturelle, en trois termes ou groupes, car un ensemble de dépôts peut toujours se séparer en supérieur, moyen et inférieur, mais c'est la présence de cette faune, exclusivement marine, qui s'est développée vers la fin du grès bigarré, et a pris son plus grand accroissement dans le muschelkalk, pour s'éteindre graduellement pendant les marnes irisées, sauf dans la région des Alpes où elle renaît pour ainsi dire, mais avec des formes qui lui sont propres.

Or, cette particularité d'une grande série géologique, aussi limitée dans le temps et dans l'espace, ne s'est pas encore rencontrée ailleurs, et les trois divisions que l'on a cru retrouver dans d'autres pays et pouvoir mettre en parallèle avec celles du triangle normal n'expriment que de simples rapports de position relative sur ces points, et non un véritable synchronisme ou équivalent.

**Relations stratigraphiques générales.**

Les relations stratigraphiques du trias avec les dépôts permiens sous-jacents et avec ceux du lias qui les recouvrent ont été étudiées, dans ces derniers temps, avec le plus grand soin, surtout en Europe, et il ressort de ces recherches, comme des discussions auxquelles a donné lieu le tracé des limites respectives de ces formations, que, dans le plus grand nombre des cas, la stratification est continue, et que la distinction ou la séparation des premières couches du lias d'avec les dernières des marnes irisées, sur laquelle nous avons insisté à plusieurs reprises (vol. VII, p. 475, et *antè*, p. 457), est aussi délicate à marquer que celle des premières couches du grès bigarré et des dernières du zechstein (*antè*, p. 495, 531, 540-542).

En un mot, la période triasique nous paraît être l'une des plus curieuses à étudier, l'une de celles qui appellent le plus vivement les méditations du naturaliste, tant par la variété des phénomènes inorganiques qui s'y sont produits que par la répartition singulière des êtres organisés qui peuplaient alors la terre.

# TABLE DES MATIÈRES.

## FORMATION TRIASIQUE.

### INTRODUCTION.



### FORMATION TRIASIQUE.



### CHAPITRE I.

#### FORMATION TRIASIQUE DES ÎLES BRITANNIQUES.

## CHAPITRE II.

### FORMATION TRIASIQUE DE LA FRANCE.

P. 59.

### FORMATION TRIASIQUE DE L'OUEST ET DU NORD.



## CHAPITRE III.

### FORMATION TRIASIQUE DE L'EST DE LA FRANCE.

P. 77.

## CHAPITRE IV.

### FORMATION TRIASIQUE DU CENTRE DE LA FRANCE.

P. 151.



## CHAPITRE V.

### FORMATION TRIASIQUE DU MIDI DE LA FRANCE.

P. 195.



## CHAPITRE VI.

### FORMATION TRIASIQUE DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

P. 215.

## CHAPITRE VII.

### FORMATION TRIASIQUE DE L'ITALIE.

P. 265.



## CHAPITRE VIII.

### FORMATION TRIASIQUE DES ALPES DE L'EST, DU NORD ET DU NORD-OUEST.

P. 341.

## CHAPITRE IX.

### FORMATION TRIASIQUE DU SUD-OUEST DE L'ALLEMAGNE.

## CHAPITRE X.

### FORMATION TRIASIQUE DU CENTRE ET DU NORD DE L'ALLEMAGNE.

P. 483.

## CHAPITRE XI.



## CHAPITRE XII.

### FORMATION TRIASIQUE DE L'AMÉRIQUE.

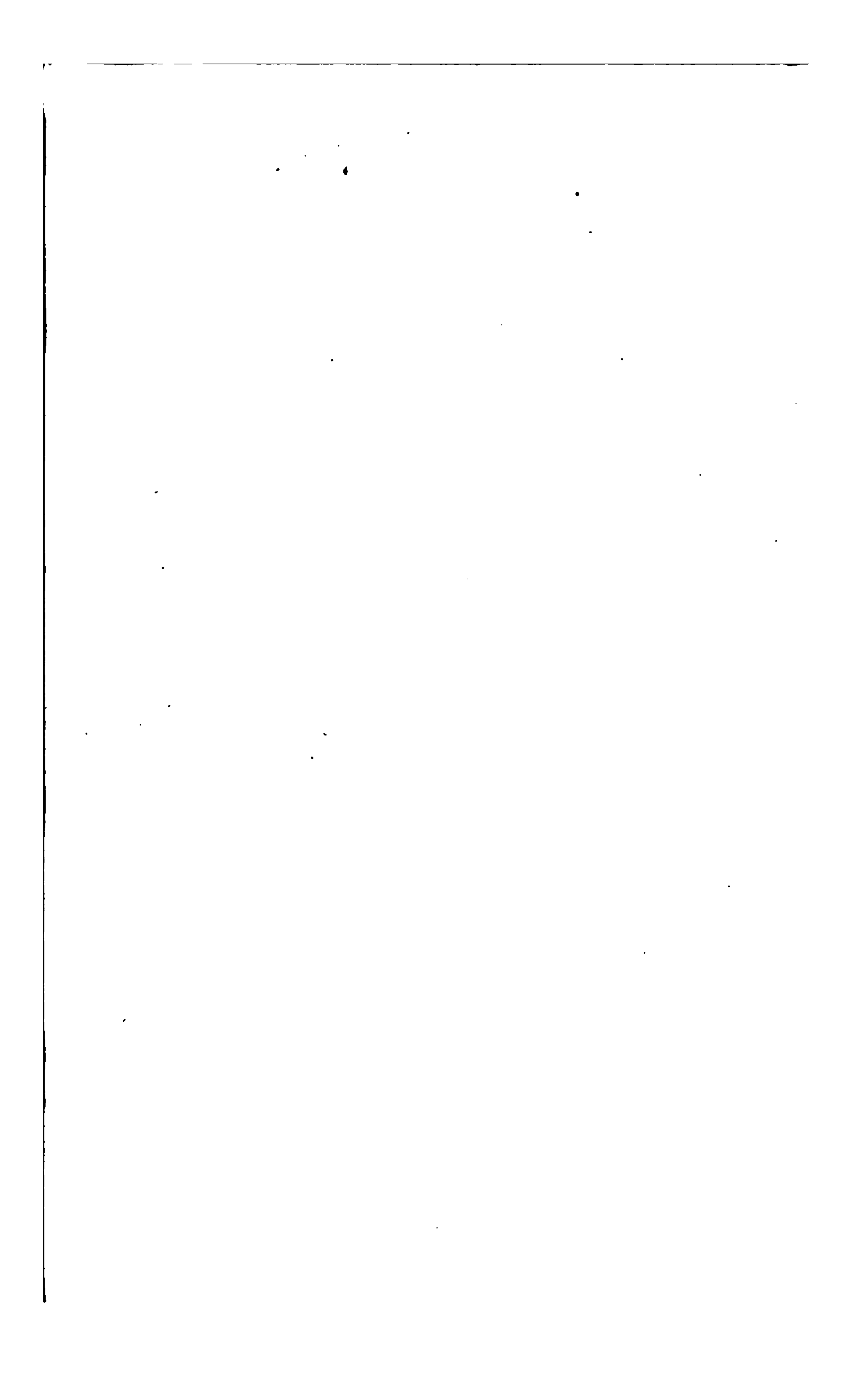
#### AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

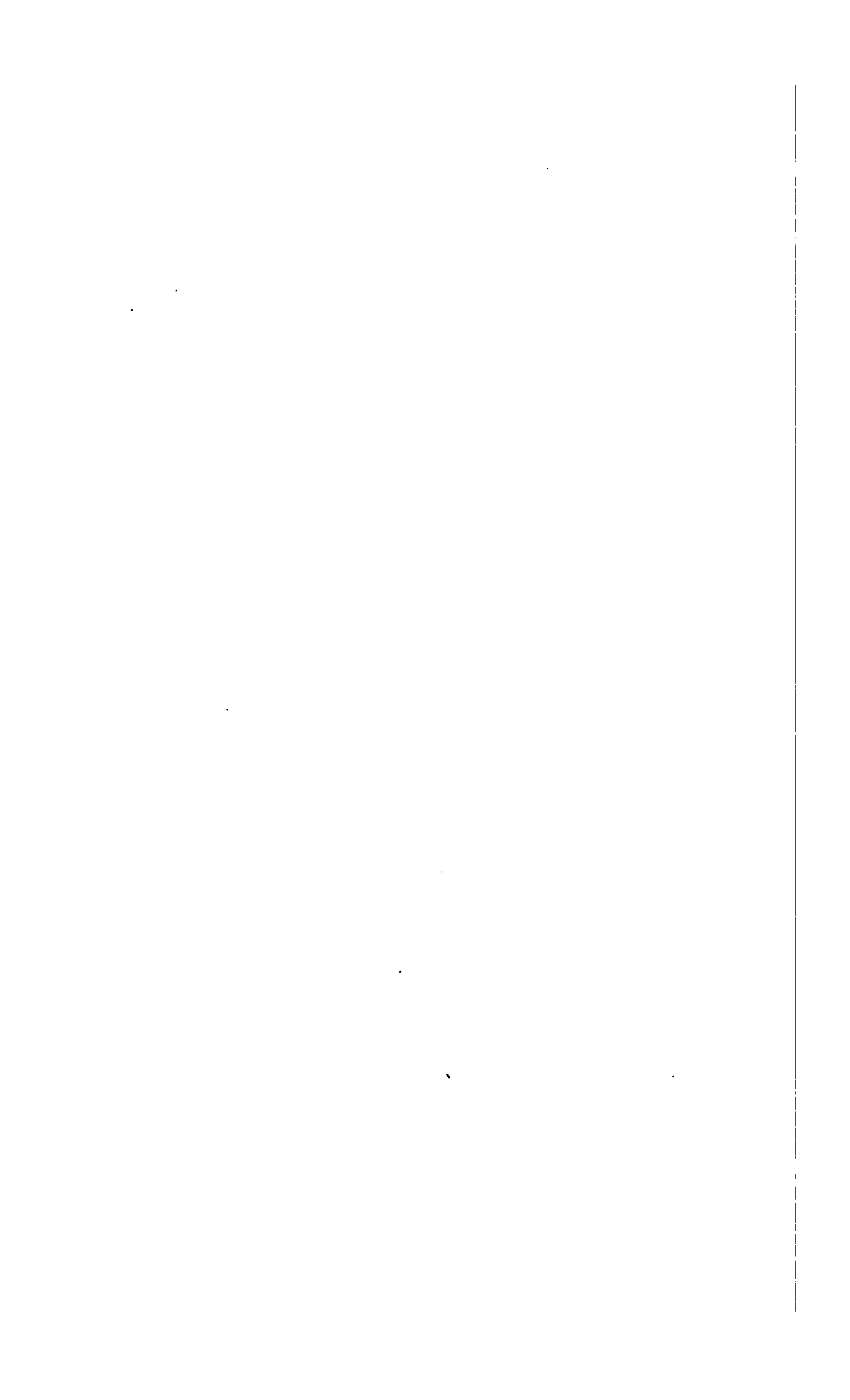
## RÉSUMÉ GÉNÉRAL DE LA FORMATION TRIASIQUE.

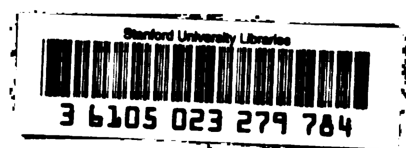
P. 663.



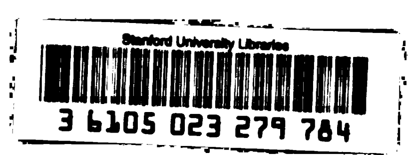
FIN DU TOME HUITIÈME.











Stanford University Libraries
3 6105 023 279 784



